

Ilmari Saari

ilmari.saari@aalto.fi

Konseptista kolmiulotteiseksi

Digitaalinen hahmomallinnus ja työnkulku

Sisällysluettelo

Johdanto	4	4 Tuotanto	32 - 53
1 Digitaalinen mallinnus	6 - 15	4.2 Mallinnuksen työvaiheet	32
1.1 Mitä 3D-grafiikalla tehdään?	6	4.2.1 Digitaalinen kuvanveisto	34
1.2 Digitaalinen muoto	8	4.2.2 Animoituva 3D-malli	36
1.3 Liikkeen illuusio	11	4.2.3 Teksturointi	38
1.4 3D-mallinnuksen viitekehys	14	4.2.4 Rigaus	40
2 Produktio	16 - 24	4.3 Liikkeen mallintaminen	42
2.1 Synopsis	16	4.3.1 Motion capture	46
2.2 Projektin esittely	17	4.3.2 Re-face	48
2.3 Taiteelliset tavoitteet	20	4.4 Kuvan rakenne	50
2.4 Tuotantorakenne	21	5 Liitteet	52 - 61
3 Esituotanto	23 - 39	Lopuksi	62
3.1 Esivisualisointi	23	Sanastoa	64
3.2 Visuaalinen tyyli	25	Lähteet	68
3.3 Konseptikuvitus ja vastuun dilemma	31		

Johdanto

Konseptista kolmiulotteiseksi on taiteen kandidaatin opinnäytetyö, jonka erityistarkastelun kohteena on 3D-grafiikka ja digitaalinen mallinnus osana audiovisuaalista tuotantoa. Työ esittelee prosessia, jonka myötä konseptuaaliset ideat muuttuvat 3D-mallinnusten avulla eläviksi kuviksi. Mallinnusten avulla voidaan tehdä esimerkiksi still-kuvia, liikkuvaa kuvaa tai reaaliaikaista grafiikkaa, joita käytetään niin tuotesuunnittelussa, mainostuotannoissa kuin myös peli- ja elokuva-alalla.

Produktiivinen osa käsittelee vuoden 2016 aikana Aalto-yliopistossa toteutettavaa 3D-animoitua lyhytelokuvaprojektia, jossa pääsen hyödyntämään erilaisia digitaalisia mallinnustekniikoita. Produktion aikana kertynyt aineisto sisältää erivaiheisia visualisointeja lopullisessa lyhytelokuvassa nähtävästä materiaalista.

Mikä saa teollisen muotoilun opiskelijan hyppäämään mukaan tällaiseen projektiin? Olen itse pitkän linjan 3D-grafiikan harrastaja. Teollisen muotoilun tuotesuunnittelu ja CAD-opintojen lisäksi mallintaminen ja animaatiotuotanto ovat entuudestaan tuttuja aihealueita, jotka kiinnostavat. Kandidaatin tutkintoni sisältää pääaineen lisäksi elokuva- ja televisiolavastuksen sivuaineen, jossa on käsitelty muun muassa digitaalista lavastusta ja virtuaalista tilaa. Näkökulmani grafiikan, kuvan ja mallien tekemiseen on siten monipuolinen ja sisältää toivon mukaan osaamista usealta eri alalta.

Koen, että juuri teolliset muotoilijat ovat kiinnostuneita hyödyntämään ja tuotteistamaan uusia luovia tekniikoita. Tekniikat, joiden ennen kuviteltiin olevan vain tieteiskuvitelmaa, ovat tänä päivänä käsiemme ulottuvilla. Luovat mahdollisuudet kiinnostavat ja niiden merkitys ja hyöty voi näyttäytyä tulevaisuudessa

odottamattomissakin yhteyksissä. Lopulta kyse ei kuitenkaan ole itse tekniikasta vaan siitä, mitä sillä voidaan tehdä.

Opinnäytteen toinen tarkoitus on avata 3D-tuotantoihin liittyviä monimutkaisia työvaiheita. Pyrin omien kokemusteni kautta raottamaan alan ympärillä olevaa mystisyyden verhoa siitä, mitä tuotannon aikana oikein tapahtuu. 3D-grafiikasta ei myöskään ole kirjoitettu juurikaan suomeksi. Se on asettanut haasteita sanojen käännöstyön tekemisessä. Tietyt alakohtaiset käsitteet eivät yksinkertaisesti taivu suomeksi, joten niiden kohdalla olen päättänyt käyttää alkuperäistä englanninkielistä termiä sulkeissa. Työn loppuun on koottu selventävää kuvailua 3D-alalle tyypillisestä sanastosta.

Käyttämäni digitaalisesti tuotettu aineisto on toteutettu Blender 3D:n avulla. Blender (www.blender.org) on monipuolinen 3D-ohjelma, joka mahdollistaa monimutkaistenkin tuotantojen vaatimukset. Sen avulla voi mallintaa, teksturoida, animoida ja renderöidä saman ohjelman sisällä. Blender on saavuttanut kymmenen viime vuoden aikana vankan jalansijan alan harrastajien keskuudessa, ja nykypäivänä sitä käytetään entistä enemmän myös kaupallisissa tuotannoissa. On ennakoitu, että jonain päivänä siitä voisi tulla alan erityinen avoin standardi, joka kykenisi syrjäyttämään monet kaupalliset ohjelmistot.

Tässä opinnäytteessä tarkoitan konseptilla kaikenlaista kuvailevaa taustamateriaalia, joka voi olla joko tekstiä tai kuvia. Muiden tekemät luonnokset ovat osa opinnäytettäni alan vuorovaikutteisesta työskentelytavasta johtuen. Ne ovat vain suuntaa antava pohja omalle työlleni enkä esittele niitä missään vaiheessa ominani.

1 Digitaalinen mallinnus

1.1 MITÄ 3D-GRAFIKALLA TEHDÄÄN?

3D-grafiikka on tietokonegrafiikan alalaji, jolla tarkoitetaan digitaalisesti tuotettuja kuvia. Kuvat voivat olla joko still-kuvia tai liikkuvaa kuvaa (animaatio).¹ Menetelmä kuvien tuottamiseksi perustuu digitaalisesti laadittuihin hahmomalleihin, jotka ovat ikään kuin virtuaalisia pienoismalleja. Mallintamiseksi kutsutaan tällaisten virtuaalisten objektien luomista tietokoneella. Se on yhdistelmä muotoilua ja visuaalista suunnittelua, joka muodostaa kaiken digitaalisessa maailmassa nähtävän perustan. Ilman virtuaalisia esineitä ja asioita ei voida esittää mitään.

Muuta tietokonegrafiikka ovat esimerkiksi digitaalinen maalaus ja kuvankäsittely, taitto sekä vektorigrafiikka. 3D-grafiikan ero perinteiseen digitaaliseen kuvankäsittelyyn on merkittävä: käsittelemällä muunnellaan muualta kerättyä kuvamateriaalia kun taas 3D-grafiikalla tuotetaan sitä. Tekniikalla luodaan siis visuaalisia elementtejä, joita voidaan jatkotyöstää pidemmälle. Esimerkiksi audiovisuaaliset tuotannot voivat olla joko puhdasta 3D-grafiikkaa (mm. animaatioelokuvat ja reaaliaikaiset pelit) tai yhdistelmä lavasteissa näyteltyä live actionia ja 3D-grafiikkaa.

Tietokonegrafiikka on 2010-luvulla löytänyt myös uusia kaupallisia sovelluskohteita; 3D-tulostuksen uskotaan mullistavan valmistusteollisuuden logistiikkaketjut, ja paljon puhutut virtuaaliodellisuus sekä 3D:llä täydennety todellisuus ovat mullistamassa tulevaisuuden käyttöliittymät. Myös niissä tarvitaan mallinnusosaamista, joskin tavoitteet, joihin niillä pyritään, ovat hieman erilaisia.

3D-grafiikasta käytetään myös nimitystä CGI (*Computer-Generated Imagery*), joka saattaa antaa vaikutelman tietokoneen luomista kuvista. Uskotaan lähes itse itsestään syntyvään digitaaliseen taikuuteen, joka mahdollistaa mitä vain. Tämän lisäksi asioiden toivotaan monesti syntyvän lähes sormia napsauttamalla. On kuitenkin syytä muistaa, että tietokone ei missään vaiheessa luo merkityksellistä sisältöä tekijänsä puolesta. 3D-tuotannot sisältävät lukemattoman määrän eri työvaiheita ennen kuin lopullinen tuote, useimmiten kuva, on valmis. Näiden työvaiheiden avaaminen antaa perspektiiviä sille, miten pitkästä prosessista todella on kyse. Todellisuudessa sellaista nappulaa, jota painamalla syntyisi mitä vain ei ole vielä keksitty. 3D-artistin oma kädenjälki ja innoituksen lähteet näkyvät väistämättä jokaisessa työvaiheessa ja jokainen muutos kuvassa on aina tietoinen päätös. Tietokone tekee asioita tekijänsä puolesta siis yhtä vähän kuin lyijykynä ja paperi luonnosteltaessa.

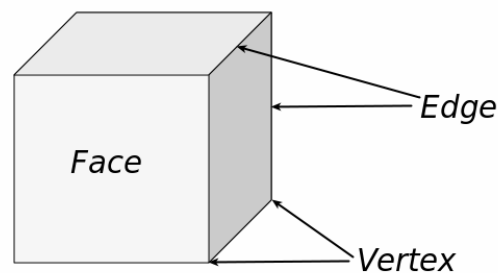
Seuraavissa luvuissa kerron hieman 3D-grafiikan peruslainalaisuuksista. Ne antavat teoreettisen pohjatiedon sille, mihin kaikki lopulta perustuu.

...Todellisuudessa sellaista nappulaa, jota painamalla syntyisi mitä vain ei ole vielä keksitty...

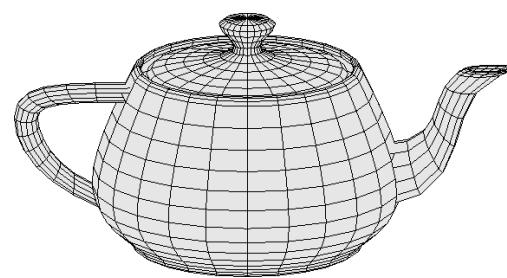
1.2 DIGITAALINEN MUOTO

Kaikki digitaalisessa maailmassa käsiteltävät 3D-mallit koostuvat polygoneista. Polygoni on monikulmio, joka voi olla kolmio (*triangle*), nelikulmio (*quad*) tai se voi koostua useammasta nurkkapistestä (*n-gon*).² Pintansa alla kaikki monikulmiotkin on kuitenkin mahdollista jakaa kolmioiksi, mikä tekee kolmiosta 3D-maailman yksinkertaisimman perusmuodon. Laskennallisesti kolmio on paras, sillä se on yksikäsitteinen tasopinta. 3D-mallintajat käsittelevät työssään siis aina yksittäisiä pisteitä, viivoja ja niiden väliin muodostuvia pintoja. Näistä käytetään myös nimitystä verteksi, reuna ja pinta (*vertex*, *edge*, *face*). Mallintamisessa on pitkälti kyse maailman pelkistämisestä hallittaviin perusmuotoihin.

On tärkeää hahmottaa, että 3D-mallilla ei ole oikeasti minkäänlaista sisäistä tiheyttä tai tilavuutta. Mallit ovat äärettömän ohuista pentalapuista koostuvia visuaalisia hahmotelmia, jotka ovat kuin paperista taiteltuja versioita todellisuudesta. 3D-mallin luoma visuaalinen illuusio on siis yhtä hauras kuin alumiinifoliosta kyhätyn fyysisen esineen.

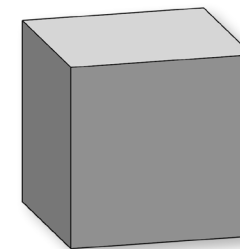


Kuva 1.2 a

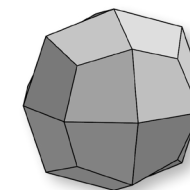


Kuva 1.2 b

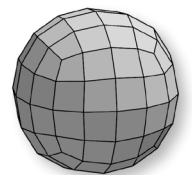
3D-mallien kolmiorakenteen seuraus on se, että kaarevat muodotkin ovat läheltä katsottuna aina enemmän tai vähemmän kulmikkaita. *Subdivision surface* on 3D-ohjelmiin sisäänrakennettu toiminto, joka tekee kulmikkaista pinnoista automaattisesti pyöreitä ja kaksoiskaarevia.³ Hyvä esimerkki tästä on kuutio, joka kontrolloi pallomaisen pyöreää muotoa. Kuution jokainen nurkkapiste määrää alueen, jonka sisään pyöristetty muoto rakentuu. Toisin sanoen ohjelmien sisällä käsitellään yksinkertaistettua kehikkoa, jonka sisään tiheämpi verkkorakenne muodostuu. Tällöin kappale säilyy pehmeän sulavalinjaisena, vaikka yksittäisen pisteen paikkaa mutettaisiinkin. Kuutio on esimerkkinä toki kovin yksinkertainen eikä se esitä juuri mitään. Sama ominaisuus pätee kuitenkin myös myöhemmin nähtäville monimutkaisemmille hahmoille ja ympäristöille. Tällöin pisteitä voi olla tilassa jopa kymmeniä miljoonia.



subD: 0



subD: 1



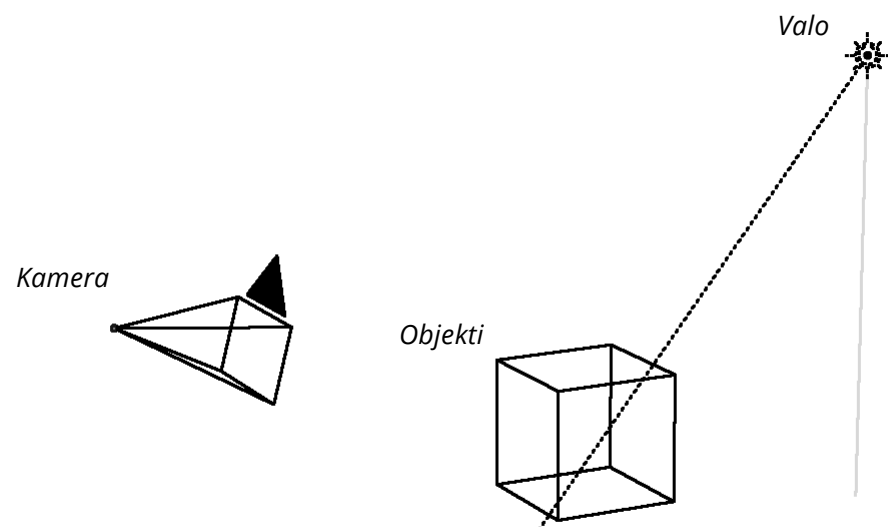
subD: 2

Kuva 1.2 a 3dshapes.org/images/stories/faces-edges-vertices.png

Kuva 1.2 b www.fourmilab.ch/autofile/www/figures/figure2587.gif

Ilman valoa ei ole olemassa visuaalista muotoa. Siksi myös digitaalinen kolmiulotteinen tila on aina valaistava. Valon suunta vaikuttaa oleellisesti muodon ja tilan tuntuun. 3D-grafiikassa käytettävät hyväksi havaitut valaisutekniikat, kuten kolmipistevalaisu (*three-point lighting*) onkin lainattu suoraan valokuvauksen käsitteistöstä. Valaistuksen lisäksi tila on aina nähtävä virtuaalisen kameran läpi. Kamera on tärkeä, sillä sen paikka määrää kuvan perspektiivisyyden. Kameran kuvitteellisen linssin polttoväli ja kennon koko vaikuttavat kuvan rajaukseen vastaavalla tavalla kuin valokuvauksessakin. 3D-grafiikkaa voikin ajatella virtuaalisten pienoismallien valokuvaamisena. Mallit on luotava ensin itse käsin, niiden pinta on 'maalattava' ja vasta sen jälkeen malli voidaan kuvata tilassa. Isoin ero digitaalisuudessa on kuitenkin se, että kaikkea kuvassa näkyvää on mahdollista muuttaa jälkikäteen eikä kuva ole sidottu fyysisen maailman rajoituksiin.

3D-mallinnuksen viimeinen vaihe on renderöinti (*rendering*), jonka tuloksena syntyy lopullinen valmis kuva tai sen eri elementit. Kuvasta nähdään muun muassa varjot, huippukiillot, läpinäkyvyydet ja heijastukset. Toisin sanoen renderöinti mallintaa valon käyttäytymistä tilassa. 3D-grafiikan minimivaatimuksen muodostavat siis aina kamera, objekti sekä valo tai valonlähteet.



1.3 LIIKKEEN ILLUUSIO

Katsoessamme liikkuvaa kuvaa aistimme aina muutoksen; miten kuvan sisältö muuttuu ajassa. Tässä mielessä kolmiulotteisesti laaditun kuvan neljäs ulottuvuus on aika. Liikkuva kuva perustuu näköaistin huijaamiseen; katsoja havaitsee riittävän nopeasti peräkkäin näytetyt kuvat sulavasti jatkuvana liikkeenä. Liikkuvan kuvan illuusio antaa paremman käsityksen tilallisuudesta, etäisyyksistä ja painon tunteesta kuin pelkkä yksittäinen still-kuva. Liikkuvan kuvan teorian sijaan tässä yhteydessä on kuitenkin mielekkäämpää käsitellä sitä, miten liikkuva kuva vaikuttaa tuotantoon.

3D-tuotannoissa liikkuvaa kuvaa käsitellään kuvajonona, jossa jokainen kuvaruutu on kuin irrallinen aikaan pysäytetty hetki liikkeestä. Tämä tarkoittaa sitä, että lyhytkin toiminta vaatii suurta määrää erikseen laskettuja kuvia. Jos oletetaan, että yksi sekunti liikkuvaa kuvaa sisältää 24 kuvaa, yksi minuutti tarkoittaa siten jo noin 1440 erillistä kuvaruutua (1 min x 60 sekuntia x 24 kuvaa/sekunti). Kaikki nämä kuvat on tuotettava yksi kerrallaan; vaatimusero hienon still-rendauksen ja liikkuvan 3D-grafiikan välillä on siten suuri.^A Lisäksi on otettava huomioon, että yhden kuvan renderöinti voi kestää useita minuutteja tai jopa tunteja. Työtä nopeuttamaan käytetään render farmeja, jotka ovat joukko toisiinsa liitettyjä tietokoneita. Tällöin niiden laskentateho voidaan käyttää kohdistetusti kuvien tuottamiseen. Silti renderöinti voi lyhyessäkin kokonaisuudessa olla kestoaltaan päiviä tai jopa viikon verran.

Kertyvien kuvien suuri määrä tekee 3D-tuotannoista raskaita ja aikaa vieviä toteuttaa. Tämä asettaa tiettyjä rajoituksia sille, miten monimutkaista 3D-grafiikkaa on järkevää ja mielekästä tehdä.

1.4 3D-MALLINNUKSEN VIITEKEHYS

Tuotannoissa mallinnetaan aina tiettyä spesifistä tarkoitusta varten. Se *mitä* ja *miten* mallinnetaan riippuu usein lopullisen tuotantoformaatin rajoituksista. Siksi on oleellista eritellä, mitä tarkoitusta varten malleja tuotetaan. Yksi tapaa jakaa mallinnettavia asioita on jako elollisiin ja elottomiin asioihin; toisin sanottuna koviin pintoihin (*Hard surface modeling*) tai orgaanisiin muotoihin (*Organic modeling*). Kovia pintoja ovat teollisesti tuotetut esineet, kuten kulkuneuvot ja kaupunkien arkkitehtuuri. Teollinen muotoilu on pitkälti juuri tätä kovien pintojen työstämistä. Orgaaniset muodot tarkoittavat puolestaan vapaita muotoja, kuten plastisia ihmishahmoja ja luontoa. Erikoistuminen alalla on tärkeää, sillä tuotantoihin on mielekkäämpää palkata spesialisti kuin generalisti. Oman ajatteluni pohjalta olen löytänyt kolme viitteellistä kategoriaa, jotka kuvaavat hyvin erilaisia mahdollisia toimeksiantoja. Kenties tulevaisuudessa voi syntyä myös uusia kategorioita näiden kolmen rinnalle.

1. Fyysisyys

Mallin fyysisyys tarkoittaa esineen mallintamista sen valmistettavuus edellä. Tällöin esineen mallinnuksen on ulotuttava aina myös sen sisäosiin. Mallinnusvaiheessa on otettava huomioon valmistustekniikan asettamat ehdot. Voi olla esimerkiksi tärkeää laatia malli siten, että se on mahdollista saada ulos muotista. 3D-tulostettavissa prototyypeissä myös tulostussuunta ja osiinjakko vaikuttavat tyypillisesti mallinnukseen. Lisäksi voidaan säästää materiaalikustannuksissa tekemällä malleista onttoja.

2. Visuaalisuus

Elokuville ja animaatioille riittää, että 3D-mallit näyttävät ulkoapäin hyviltä. Monesti on järkevintä mallintaa vain ne osat, jotka näkyvät suoraan kameralle. Jos kuva nähdään vaikkapa maantasosta, voi digitaalisen kaupungin katoilta puuttua katto tai ohi kulkevilla autoilla ei ole lainkaan pohjaa. Myös väreillä, materiaaleilla ja tekstuureilla on

suurempi merkitys ja ne muodostavat kokonaan omat työvaiheensa; sama mallinnus on mahdollista visualisoida lukemattomilla eri tavoilla. Audiovisuaalisissa tuotannoissa visuaalisuudella on korostainen merkitys, sillä lopputuotteena on aina ennen kaikkea kuva.

3. Reaaliaikaisuus

Digitaaliset pelit on hyvä esimerkki reaaliaikaisuudesta. Toinen nouseva alue on virtuaalitodellisuuden ja täydennetyn todellisuuden uudet sovellutukset. Reaaliaikaisten 3D-mallien on oltava muodoiltaan yksinkertaistettuja. Myös tekstuurien on oltava kooltaan pienempiä eikä malleissa voida käyttää vaativimpia materiaali- ja valaistusefektejä. Tekniset rajoitteet sallivat suurpiirteisemmän ilmaisutavan ja mallit ovat usein vahvasti tyyliteltyjä.

Produktio-osassa käsittelen mallintamista audiovisuaalisen tuotannon vaatimusten pohjalta. Työn painopiste on ennen kaikkea visuaalisessa mallintamisessa. Hahmot tehdään animoitaviksi, jotta ne saadaan liikkumaan tilassa. Mallien reaaliaikaisuus näkyy puolestaan Motion capture -studion esikatseluvaiheessa.

2 PRODUKTIO

2.1 SYNOPSIS

“Divine Consultants is an adventure in the afterlife. It mostly takes place in the lofty heights of Heaven and the sulphur-reeking depths of Hell. It is both a relationship-driven comedy and a social parody about the rules of the capitalist economy. Somebody is making a profit off holy imagery.”

“Divine Consultants on tuonpuoleiseen sijoittuva seikkailu. Sen tapahtumat ulottuvat taivaan korkeuksista aina syvälle rikinkatkuiseen maanpäälliseen helvettiin. Tarina sisältää komediallisen draaman aineksia, mutta pintansa alla se myös parjaa kapitalistisen yhteiskunnan lainalaisuuksia ja sääntöjä. Ajassamme mikään ei ole pyhää, ja jopa raamatullinen kuvasto on kaupan tilanteen tullen.”

Näillä sanoilla kuvailtiin minulle Aalto-yliopistossa toteutettavaa 3D-animoitua lyhytelokuvaa joulukuussa 2015. Yllä nähtävä kuvaus tarinasta herätti oman mielenkiintoni, sillä tarinan luojien tarkoituksena on ollut tehdä muutakin kuin pintapuolista viihdettä. Luettuani varsinaisen käsikirjoituksen pidin erityisesti siitä, että tarinassa käsiteltiin monia kantaaottavia teemoja. Niistä keskeisimpiä ovat rahan mahti kapitalistisessa yhteiskunnassa sekä sen aiheuttamat ongelmat, kuten köyhyys ja ahneus. Nimensä mukaisesti tarina sisältää myös hengellistä pohdintaa korkeampien voimien olemassaolosta.

2.2 PROJEKTIN ESITTELY

Divine Consultants on ohjaaja-käsikirjoittaja Juha Fiilinin luoma pitkäaikainen hanke, joka sijoittuu kuvitteelliseen dystopiamaailmaan. Maailman luoman viitekehyksen puitteissa on mahdollista toteuttaa monia uusmediallisia sisältöjä, kuten animaatioita, pelejä, digitaalisia sarjakuvia tai niiden uusia luovia yhdistelmiä. Nyt tekeillä oleva projekti on opiskelijayhteistyössä toteutettava pilottihanke muutaman jakson mittaiselle 3D-animoidulle tv-sarjalle. Se on taiteellinen ja tekninen demo siitä, miltä lopullinen sarja voisi näyttää. Sarja on kohderyhmältään aikuisten ja nuorten animaatio, jonka huumori on paikoitellen mustaa. Sen vertailupohjana voi käyttää muita Suomessa tuotettuja animaatiosarjoja, kuten esimerkiksi Itsevaltiaita tai Pasilaa.

Lyhytelokuvaprojektin tarkoituksena on tuottaa varta vasten laaditun käsikirjoituksen pohjalta noin neljä minuuttia pitkä animoitu teos vuoden 2016 aikana. Animaation lopullinen kuvakerronta tulee olemaan visuaaliselta ilmeltään vahvasti tyyliteltyä ja sen on tarkoitus jäljitellä käsinpiirretyn näköistä animaatiota (*NPR rendering*). Projektin työtavassa yhdistyvät edistynyt liikkeenkaappaustekniikka (*Motion capture*) sekä perinteinen käsivara-animaatio (*Keyframe animation*). Motion capture -osuudet toteutetaan mediakeskus Lumeen studiotiloissa yhdessä näyttelijöiden kanssa kevään 2016 aikana. Projektissa perehdytään tutkimuksellisella tavalla niihin tekniikoihin, joilla ison budjetin 3D-grafiikkaa on tehty maailmalla jo viimeisen parin vuosikymmenen ajan. Projekti on saanut rahallista kehitystukea Suomen elokuvasäätiöltä, AVEK Digidemolta ja Yleltä.



Projektin yhteistyötahot

Hanke on Aalto Artsin ja ELO:n eri laitosten yhteistyö, johon mukaan valittu työryhmä on taustoiltaan monialainen; joukkoon mahtuu yhden teollisen muotoilijan lisäksi niin elokuva-alan ihmisiä, graafisia suunnittelijoita kuin myös tekijöitä kuvataidekasvatuksesta. Oma roolini projektissa on ollut toimia pääasiallisena 3D-artistina. Toisin sanoen vastaan siitä, että 3D-osuudet syntyvät ajallaan. Esituotantovaiheen lisäksi olen ollut aktiivisesti mukana koko tuotantoprosessin ajan. Varsinaisen mallinnustyön lisäksi animointi ja kuvien renderöinti ovat olleet erityisiä vastuualueitani. Lisäksi olen vastannut käytännön toteutuksen suunnittelusta siten, että projekti säilyy ajan ja budjetin sallimissa rajoissa. Esituotantovaiheen jälkeen sain mahdollisuuden jatkaa määräaikaissa työsuhteessa Filmimaa Oy:n palveluksessa kesä-heinäkuun ajan tarkoituksena viimeistellä projekti.

Näinkin isossa ja monivaiheisessa tuotannossa projektinhallintataidoilla on ollut korosteisen suuri merkitys. On ollut kyettävä kommunikoimaan eri alojen ammattilaisten kanssa heidän käyttämällään kielellä. Omaa ulosantiaan on osattava painottaa eri tilanteissa eri tavoilla. Esimerkiksi pukusuunnittelijan kanssa on tarpeetonta keskustella teknisestä toteutuksesta kovinkaan syvällisesti kun taas Lumeen Motion capture -henkilökunnan kanssa kommunikoidessa teknisen sanaston on oltava hyvinkin täsmällisesti hallussa. Viime kädessä olen ollut vastuussa ohjaajalle ja tuottajalle, jotka hallinnoivat projektia ja sanovat viimeisen sanan. Monialaisessa tuotannossa ryhmätyötaidot ja kyky tehdä yhteistyötä ovat korostuvat aivan uudenvälisellä tavalla. Kokemusteni perusteella oma muotoilutaustani on auttanut juuri tällaisten monien haasteiden yhtäaikaissa hallitsemisessa.

TYÖRYHMÄ

Ohjaaja

Juha Fiilin

Tuottaja

Markku Tuurna

Käsikirjoitus

Juha Fiilin

Tarja Kylmä

Leo Viirret

Pukusuunnittelu

Heli Salomaa

Lavastus ja konseptointi

Liina Lindberg

Toni Kari

Juha Liede

3D-toteutus

Ilmari Saari

Konsta Polkutie

Ewa Galak

Motion capture -tekniikka

Max Mäkinen

Toni Tolin

Näyttelijät

Martti Suosalo

Pihla Maalismaa

Eino Heiskanen

Leikkaus

Ilkka Hesse

Kompositointi

Sami Haartemo

Värimäärittely

Pasi Mäkelä

Äänisuunnittelu

Olli Huhtanen

Musiikki

Timo Hietala

2.3 TAITEELLISET TAVOITTEET

Animoitu lyhytelokuvaprojekti on ennen kaikkea taiteellinen ja tekninen haaste; miten siirtää realistinen ihmisliike virtuaalisen hahmon liikkeiksi? Miten toteuttaa suuren mittakaavan ympäristöjä digitaalisesti? Miten tuottaa korkeatasoista liikkuvaa kuvaa ilman suurta työryhmää tai miljoonabudjettia? Miten luoda persoonallinen maailma (*IP = intellectual property*), joka voisi olla tulevaisuudessa kaupallisesti hyödynnettävissä?

Näihin kysymyksiin projektilla pyritään ensisijaisesti vastaamaan. Aikanaan valmistuva lopputulos on vain eräänlainen konkreettinen kiteytymä näille tavoitteille. Lopputulosta tärkeämpää on itse prosessi; pilottihankkeen aikana nähdyt ja koetut asiat tuottavat uutta tietoa siitä, mikä on paras työnkulku vieläkin isommalle tuotannolle. Neljä minuuttia täysin digitaalisesti tuotettua liikkuvaa kuvaa on pienelle työryhmällemme erittäin kunnianhimoinen tavoite. Miten työnkulkumme muuttuisi, jos työryhmän pitäisi kyetä tuottamaan kymmeniä minuutteja tai useita tunteja samantasoista materiaalia?

2.4 TUOTANTORAKENNE

Audiovisuaalisten tuotantojen rakenne noudattaa kolmivaiheista kehityskaarta. Sen keskeisimmät vaiheet ovat esituotanto, tuotanto ja jälkituotanto (*Pre-production, Production, Post-production*). Tällainen kolmijako on oleellista tehdä, sillä kaikki tekijät eivät välttämättä ole mukana projektin jokaisessa työvaiheessa. Osa tekijöistä on mukana esimerkiksi vain esituotannon ideointivaiheessa. Käsikirjoitus ja visuaalinen suunnittelu ovat muun muassa tällaisia alkupään työvaiheita. Tuotantovaiheessa tarvitaan käytännön toteutuskykyä muuntaa ideat konkreettisiksi. Silloin vaaditaan luovuuden lisäksi teknistä osaamista. Tuotantovaiheessa joudutaan aina tekemään kompromisseja ja sovittamaan visiota sen mukaan, mikä on toteutettavissa. Jälkituotantovaiheessa mukaan astuvat oman alansa speasialistit, jotka tuovat viimeisen lisän projektiin. Silloin tehdään valmis kuva, äänet ja musiikki sekä määritetään lopullinen värimaailma.

Jako kolmeen irralliseen tuotantovaiheeseen ei ole kuitenkaan aivan yhtä selvärajainen kuin miltä se paperilla esitettynä näyttää. Todellisuudessa asioita tehdään päällekkäin eri tahtiin. Projektin tietty osa-alue voi olla vielä esituotannossa samaan aikaan kun toinen osa-alue on jo tuotannossa. Tällainen luova joustavuus on tyypillistä erityisesti 3D-tuotannoille. Asioitaan voidaan haluta muuttaa jälkikäteen, jolloin on kyettävä palaamaan taaksepäin ilman, että tuotanto kärsii. Esimerkiksi hahmojen ulkonäkö voi muuttua vaikka näyttelijät olisivat tehneet jo oman osuutensa, ympäristöt voivat muuttua ja jopa käsikirjoitusta voidaan hioa sen perusteella, mikä toimii leikkausvaiheessa. Myös tässä projektissa visio eli ja muuttui työn aikana. Joustavuudella on hyvät ja huonot puolensa. On myönteistä, että teoriassa kaikkea voidaan muuttaa. Muutokset aiheuttavat kuitenkin aina ylimääräistä ja turhaa työtä, jolla on aina hintansa.

Esituotanto

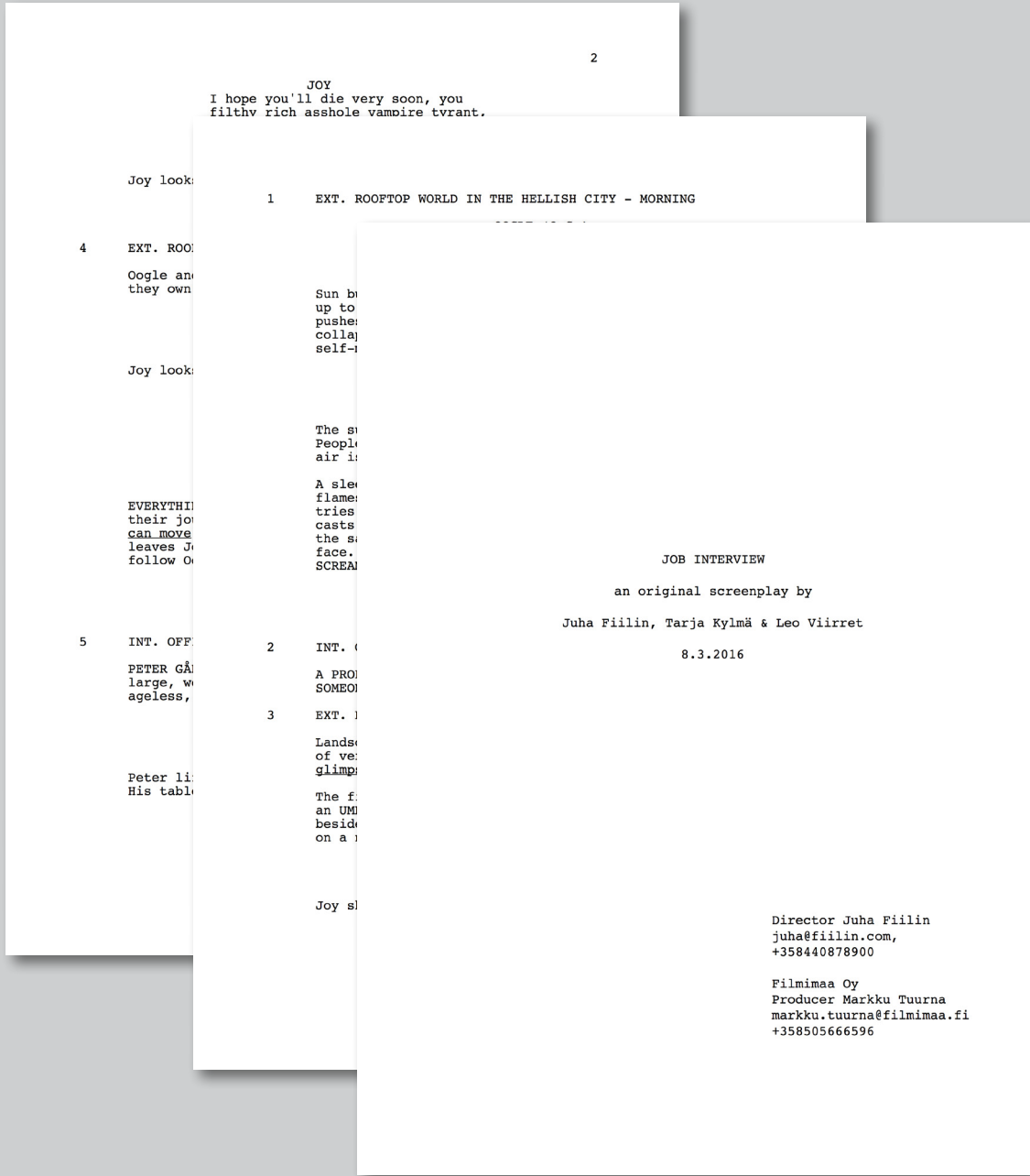
- Käsikirjoitus
- Konseptointi ja ideoiden luonnostelu
- Esivisualisointi
- Storyboard ja animatic

Tuotanto

- 3D-mallinnus
- Animaatio (keho ja kasvot erikseen)
- Kuvasuunnittelu (kuvakulmat, kompositio ja valaisu)
- Renderöinti (jokainen kuva jaettu useisiin kuvatasoihin)

Jälkituotanto

- Äänisuunnittelu (dialogi, ääniefektit, musiikki)
- Kompositointi (kuvatasojen yhdistäminen)
- Värimäärittely

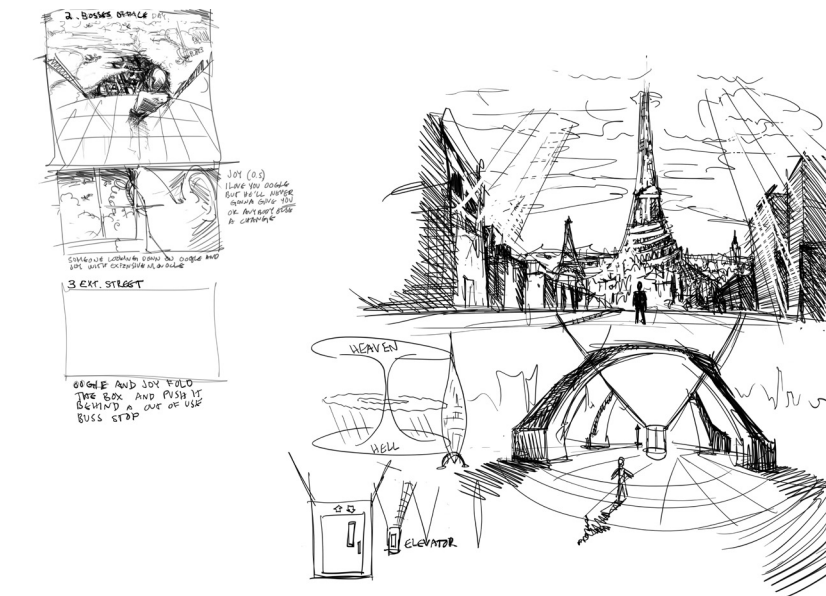


3 ESITUOTANTO

3.1 ESIVISUALISONTI

Tarinan käsikirjoitus edellyttää kolmea täysin artikuloivaa henkilöahmoa. Ensimmäisessä kohtauksessa esittäytyvät kaksi päähahmoa (Oogle ja Joy). Toisessa kohtauksessa nähdään kaikki kolme henkilöahmoa yhtäaikaan (Oogle, Joy, God). Niiden on kyettävä puhumaan ja liikkumaan uskottavasti aivan kuin oikeat näyttelijät. Koska hahmoista halutaan myös lähikuvia, asettaa se taiteellisia vaatimuksia hahmojen mallinnustyölle. Niiden on oltava yksityiskohtaisia, mutta ei kuitenkaan liian realistisia. Tämä on 3D-toteutuksen ensisijainen ja tärkein haaste.

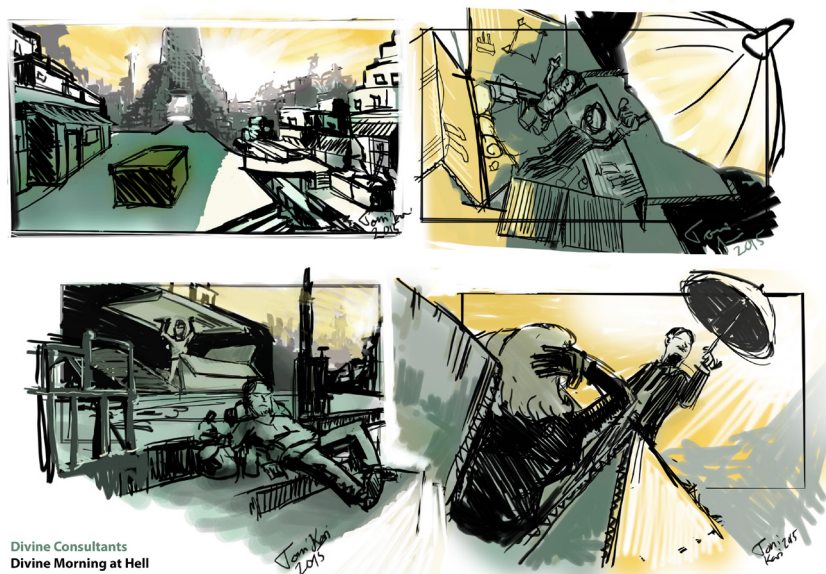
Lyhytelokuvan tarinan päänäyttämö on maailman ääriin ulottuva slummikaupunki nimeltä Hellish city, joka muistuttaa eräänlaista maanpäällistä helvettiä. Sen arkkitehtuuri koostuu toistensa päälle rakentuvista ränsistyneistä taloista, joita asuttavat ryysyihin pukeutuneet ihmiset. Ihmisillä ei ole juomaa eikä ruokaa ja maailma on kasattu kaikesta käteen sattuvasta; romua ja jätteitä on joka puolella. Kaupungin keskellä on pilvien yläpuolelle ulottuva suuri lasinen pilvenpiirtäjä, jonne maailman kaikki raha ja vauraus on keskittynyt. Asumukset muodostavat muurahaiskekomaisen rakenteen, joka muotoutuu kohti tornia. Suuren kaupungin visualisointi on toinen 3D-toteutuksen keskeisistä haasteista.



Esituotantovaiheessa kokoonnuimme työryhmän kanssa viikottain yhdessä lavastussuunnittelijoiden ja pukusuunnittelijan kanssa ideoimaan tarinan visuaalista maailmaa. Tässä vaiheessa ideat olivat luonnosmaisia piirroksia ja storyboard-kuvia. Tärkeintä oli saada mahdollisimman paljon ideoita paperille. Lisäksi kokosimme erilaisia kollaaseja ja moodboardejä kiinnostavista ideoista. Tällainen työskentely on oleellinen osa esituotantoa, sillä se kerryttää visuaalista ideapankkia. Osallistuin aktiivisesti jo tässä vaiheessa tuotantoa kommentoimalla ideoita ja esitin vaihtoehtoja, miten kohtaukset voitaisiin omasta mielestäni toteuttaa. Näyttävyyttä halutaan toki mukaan mahdollisimman paljon, mutta tärkeintä on pitää pääpaino hahmoissa.

3.2 VISUAALINEN TYILI

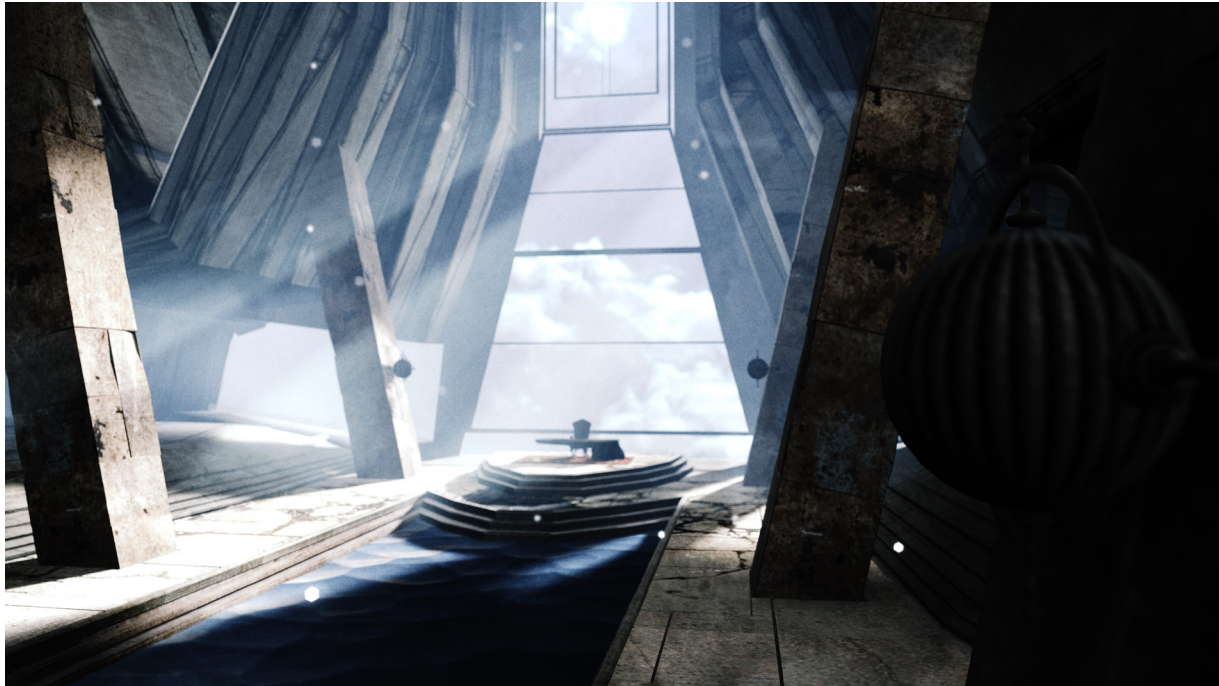
Erityinen oma työvaiheensa, josta vastasin täysin itsenäisesti, oli visuaalisen tyylin kehittäminen (*look development*). Kehittely alkoi esituotannosta ja sitä jatkettiin käytännössä koko tuotannon ajan. Testeillä kokeiltiin tyylittelyn, sävyjen ja kontrastin määrää sekä hahmojen ääriviivoja. Osassa kuvista hahmot ja taustat olivat vielä keskeneräisiä. Tärkeintä niissä on kuitenkin tunnelma, joka kuvista välittyy. Niiden avulla pystyttiin näyttämään, mikä on mahdollista ja mikä ei. Seuraavat aukeamat sisältävät esituotantovaiheen aikana syntyneitä kuvia.



Divine Consultants
Divine Morning at Hell

Alustavia idealuonnoksia. Toni Kari

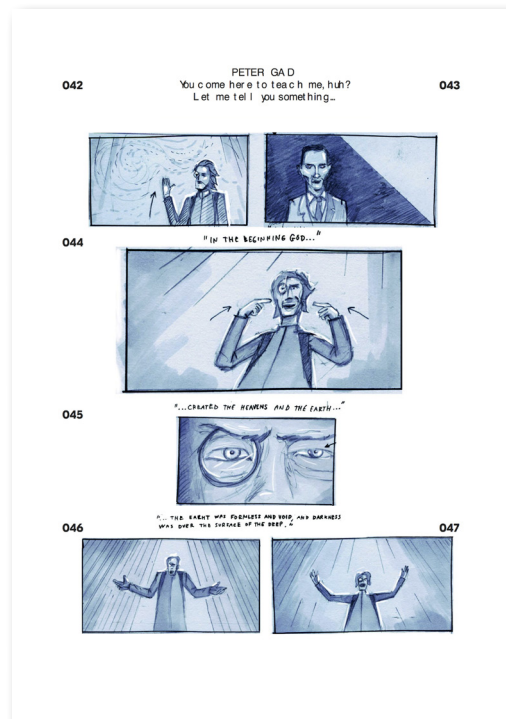
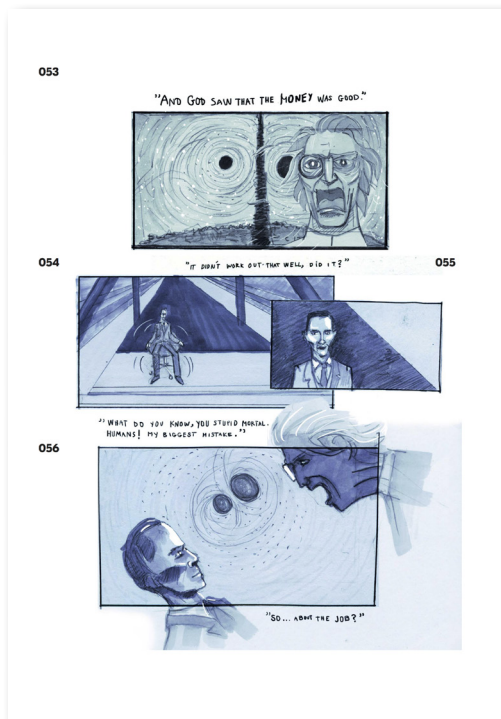




*God's office look development
Ilmari Saari*

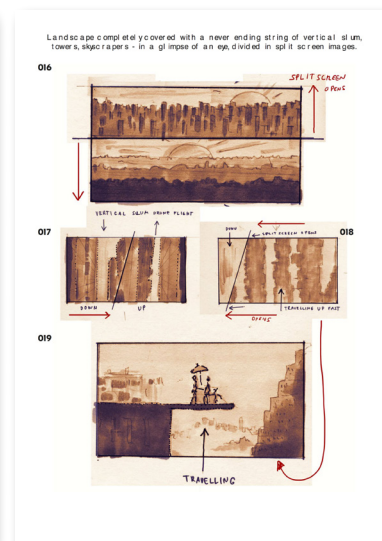
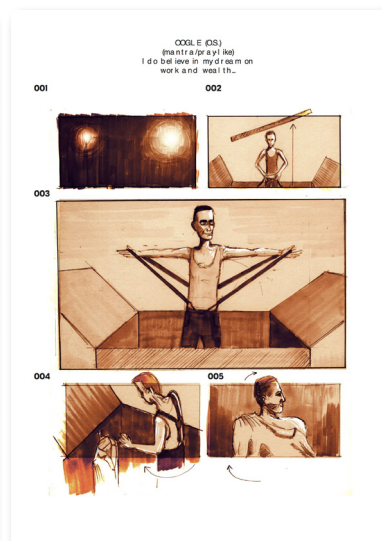


*Hellish city look development
Ilmari Saari*



3.3 KONSEPTIKUVITUS JA VASTUUN DILEMMA

Mallinnustyö alkaa aina kuvailevista konseptipiirustuksista. Esituotantovaiheessa konseptit ovat usein yksinkertaisia luonnosmaisia kuvia, jotka kertovat, miltä hahmon, tilan tai esineen tulee näyttää. Kuvat perustuvat käsikirjoituksessa annettujen vaatimusten lisäksi kuvittajan omaan persoonalliseen näkemykseen. Versioita voi olla useita erilaisia ja niistä valitaan parhaiten toimiva vaihtoehto. Hyvä konsepti on piirretty mahdollisimman monesta eri kuvakulmasta. Tyypillisintä on nähdä esitettävä asia edestä, sivulta ja takaa sekä mahdollisesti myös perspektiivissä. Mallintajan lähestymistapa riippuu siitä, miten pitkälle vietyjä konseptiluonnokset ovat. Tietyt luonnokset voivat olla hyvinkin spesifejä ja ne jättävät vain vähän liikkumavaraa mallintajan työlle. Haasteellisimpia ovat epämääräiset luonnokset, jotka eivät kerro riittävästi mallista. Tällöin kokonaisvisio ei välttämättä ole selkeä edes kuvan tekijän itsensä päässä. Mallintaja joutuu arvaamaan, mitä kuvassa tapahtuu ja viime kädessä improvisoimaan, miltä sen todellisuudessa halutaan näyttävän. Mallintajilta odotetaan kykyä tällaiseen taiteelliseen yhteistyöhön ja tahtotilaan tuoda oma lisänsä konseptiin. Tämä asettaakin kysymyksen siitä, miten paljon alkuperäistä konseptitaidetta tulisi pyrkiä mukailemaan. Luovat vapaudet tuovat mukanaan aina myös luovan vastuun. Kysymykseen on hyvä kyetä vastaamaan jo esituotannon aikana, jotta vältetään väärinkäsityksiltä ja ylimääräiseltä työltä. Tässä mielessä mallintajan rooli ei ole olla konseptikuvituksen toisintaja, joka vain siirtää muodon kolmiulotteiseksi haastamatta sitä. Vaatii erityistä harjaantumista nähdä, mikä toimii mallinnettuna ja mikä ei.



Otteita storyboardista. Juha Fiilin

4 TUOTANTO

3.1 MALLINNUKSEN TYÖVAIHEET

Itse 3D-mallintaminen on monivaiheinen prosessi, joka sisältää useita eri työvaiheita. Moni vaiheista on täynnä teknisiä nyansseja, joihin perehtyminen yleistä tasoa syvällisemmin ei ole tässä yhteydessä mielekästä. Tärkeintä on huomata, että mallintaminen 3D-tuotannoissa sisältää paljon muutakin kuin visuaalisen muodon suunnittelun ja toteutuksen.

Käytyään läpi monivaiheisen mallinnusprosessin 3D-malli on valmis itsenäinen elementti, joka voidaan antaa eteenpäin tuotannossa. Eri työvaiheet ovat tyypillisesti eri tekijän vastuulla. Työnkulku vastaa tehdasmaista liukuhihnaa, jossa yksi ihminen vastaa yhdestä asiasta; yksi ihminen mallintaa, toinen teksturoi, kolmas animoi ja niin edelleen. Tässä projektissa jouduin kuitenkin pitkälti itse vastaamaan jokaisesta työvaiheesta. Apuna 3D:tä tekemässä olivat Aallon opiskelijat Konsta Polkutie ja Ewa Galak, jotka tekivät muun muassa hahmojen ja ympäristöjen alkupään mallinnusta sekä animointia. Iso osa työstä on kuitenkin pinnan alla tapahtuvaa näkymätöntä työtä, joka ei näy suoraan lopputuloksesta. Seuraavat luvut sisältävät lyhykäisen kuvauksen jokaisesta isosta työvaiheista, jotka tyypillinen mallinnustyö tässä projektissa sisälsi.

Mallinnus

Kuvanveisto

Retopology

Teksturointi

Animointi

Rigaus

Motion capture

Kasvoanimaatio/
Re-face

Renderöinti

Valaisu, materiaalit

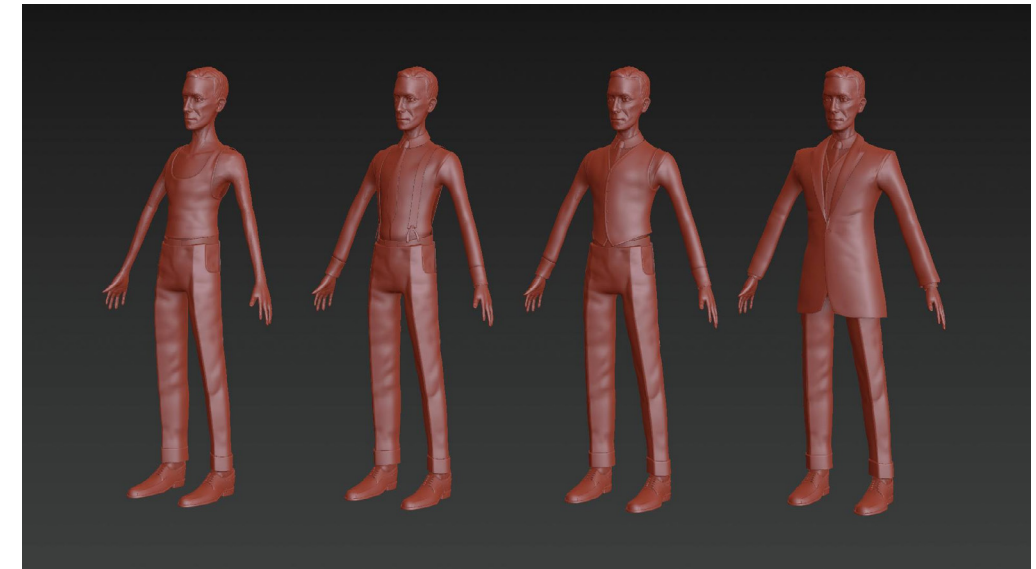
Kompositointi

4.2.1 Digitaalinen kuvanveisto

Mallista tehdään yleensä ensimmäiseksi kolmiulotteinen veistos. Orgaanisia muotoja, tässä tapauksessa tyylieltyjä ihmishahmoja, on helpointa työstää digitaalisilla kuvanveisto-ohjelmilla (*digital sculpting*). Niiden työtapana on perinteistä mallinnusta artistiystävällisempi, sillä se muistuttaa eniten digitaalista maalaamista. Toisaalta työtapaa voisi verrata saven tai vahan muovailuun. Parhaimman hyödyn ohjelmien sivellintyökaluista saa irti käyttämällä piirtopöydän paineentunnistusta. Tällaisia kuvanveisto-ohjelmia ovat Blenderin lisäksi esimerkiksi Zbrush, 3D-Coat ja Mudbox.

Kuvanveisto-ohjelmat mahdollistavat mallintajan keskittymisen vain ja ainoastaan visuaaliseen muotoon; olennaista on pyrkiä tunnistettavaan siluettiin sekä onnistuneisiin mittasuhteisiin.⁴ Tällaiset digitaalisesti muotoillut veistokset voivat olla hyvinkin yksityiskohtaisia; ne voivat sisältää käsin muotoillun version jopa ihon mikrorakenteesta. Yksityiskohtaisimmat 3D-veistokset voivat sisältää jopa useita kymmeniä miljoonia pisteitä.

Digitaalisten veistosten huono puoli on, että mallista tulee kovinkin raskas. Tällaista 3D-mallia ei ole mielekäästä käsitellä muissa ohjelmissa eikä sitä ole mahdollista animoida järkevästi. Tästä johtuen mallin rakenne on puhdistettava manuaalisesti. Työvaiheesta käytetään nimitystä retopo (*retopology*), jolla tarkoitetaan mallin rakentamista uudelleen vanhan päälle. Mallille luodaan piste pisteeltä uusi geometria, jolloin sen sisäisestä rakenteesta tulee parempi. Mallin verkkorakenne (*wireframe*) kuvailee, miten pisteet ovat liittyneet toisiinsa. Alkuperäisen veistoksen yksityiskohdat voidaan projisoida uuteen geometriaan sellaisinaan.

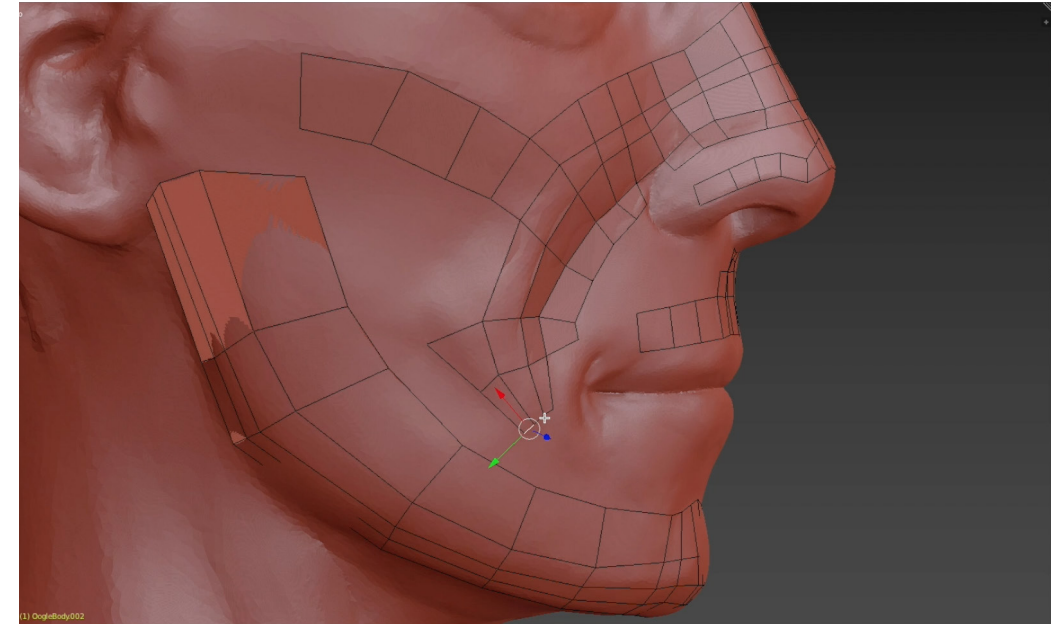


Digitaalinen veistos

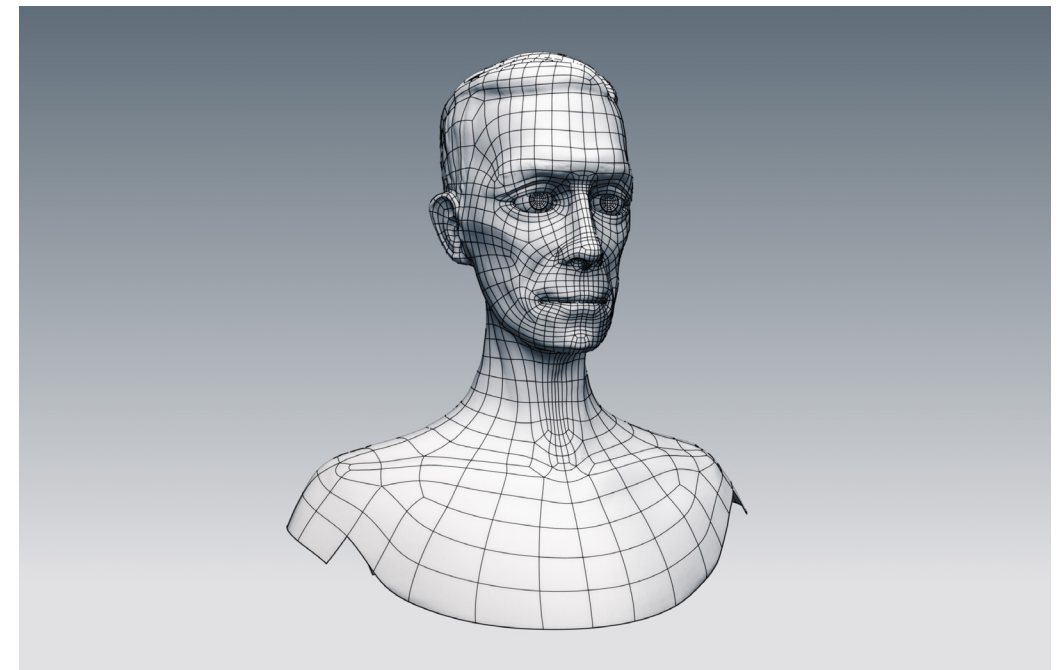
4.2.2 Animoituva 3D-malli

Paras 3D-malli syntyy seuraamalla anatomisia muotoja. Ihmishahmojen kohdalla tämä tarkoittaa sitä, että malli rakentuu lihassyiden mukaisesti. Mallinnusta on ajateltava jo tässä vaiheessa animaation kannalta; miten malli toimii liikkeessä? Hyvässä 3D-mallissa polygonien muodostamia silmukoita (*edge loops*) esiintyy luonnollisissa paikoissa, kuten huulien ja silmien ympärillä.^B Koko malli rakennetaan piste pisteeltä tällä periaatteella. On olemassa lukuisia kaavakuvia siitä, mikä on paras tapa rakentaa esimerkiksi ihmiskeho tai kasvot. Yhtä oikeaa tapaa ei ole olemassa, sillä rakenne riippuu aina käyttötarkoituksesta.

Hyvän mallin rakenteesta käytetään 3D-alalla nimitystä puhdas topologia (*clean topology*). Se on tietynlainen ideaali, johon jokainen mallintaja pyrkii työllään. Hyvä topologia on oleellista, sillä se mahdollistaa geometrian supistumisen ja venymisen poikittaissuunnassa. Esimerkiksi taipuvat nivelkohdat tarvitsevat aina ylimääräistä geometriaa, jotta malli säilyttää tilavuutensa raajojen taipuessa. Perusperiaate on, että geometria koostuu yleensä vain nelikulmioista ja se on rakenteeltaan mahdollisimman yksinkertainen. Toisaalta sen on oltava riittävän tarkka kuvaus halutuista muodoista. Ennen kaikkea kyseessä on kompromissi mallin resoluution ja hallittavuuden välillä.



Monimutkaisen 3D-mallin retopo



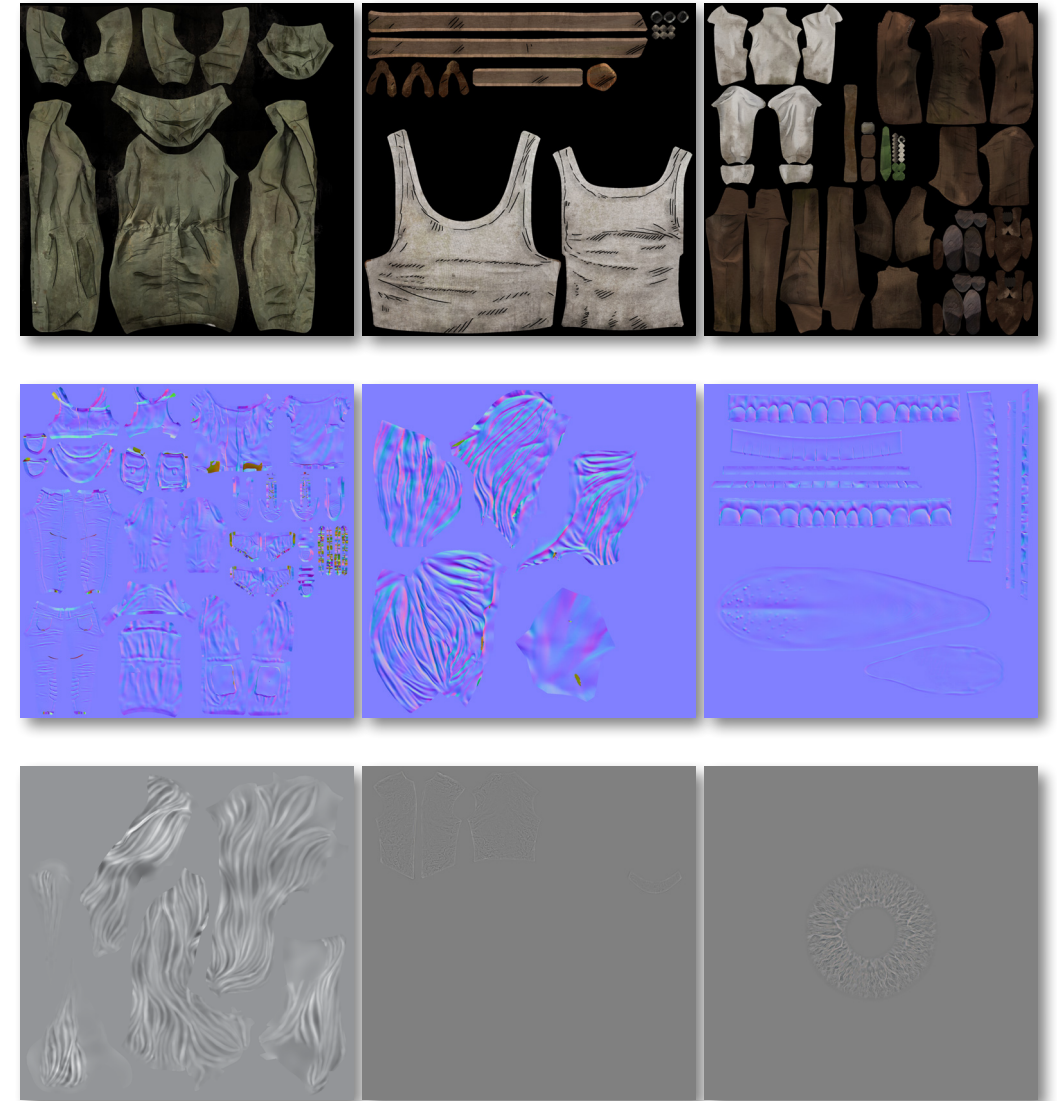
3D-mallin verkkorakenne

4.2.3 Teksturointi

Suuri osa 3D-hahmon ilmeikkydestä perustuu sen pintakuviointiin eli tekstuuriin. Tekstuuri on kuvatiedosto, joka voi sisältää monenlaista informaatiota. Tyypillisin teksuuri on väritekstuuri, josta käytetään nimitystä *diffuse map*. Pintavärin lisäksi tekstuuri voi kuvailla myös materiaalin huippukiiltoja, läpinäkyvyyttä tai pinnan kohokuvioisuutta. Näitä tekstuureita ovat *specular map*, *alpha map* ja *normal map*. Tekstuureita maalataan tyypillisesti digitaalisilla kuvankäsittelyohjelmilla tai suoraan 3D-ohjelmissa. Tekstuuria voidaan verrata kuvaan maailmankartasta, joka on vastaavanlainen kaksiulotteinen projektio maapallosta, joka on kolmiulotteinen muoto.

Teksturointia varten 3D-malli on levitettävä kaksiulotteiselle pinnalle (*UV mapping*), joka on yleensä neliön muotoinen. Teknisessä mielessä UV-mappaus tarkoittaa siirtymää kolmiulotteisesta XYZ-avaruudesta kaksiulotteiseen UV-koordinaatistoon. Tätä varten malliin valitaan saumakohtia, joiden perusteella se voidaan levittää tasoon. Saumakohdat pyritään valitsemaan yleensä siten, että ne ovat mahdollisimman hyvin piilossa kameralta. Teksturointia varten on tyypillisesti omat tekstuuriartistinsa, jotka ovat erikoistuneet vastaamaan niiden maalaamisesta. Tekstuureita voi olla olemassa mielivaltainen määrä ja niitä voi olla erikseen muun muassa päälle, keholle, vaatteille, suulle ja silmille.

Tässä projektissa lopulliset hahmot sisältävät verrattain suuren määrän erilaisia tekstuureita. Ooglella on yhteensä 15 tekstuuria, Joylla 25 tekstuuria ja God-hahmolla 15 tekstuuria.



Hahmojen tekstuureita

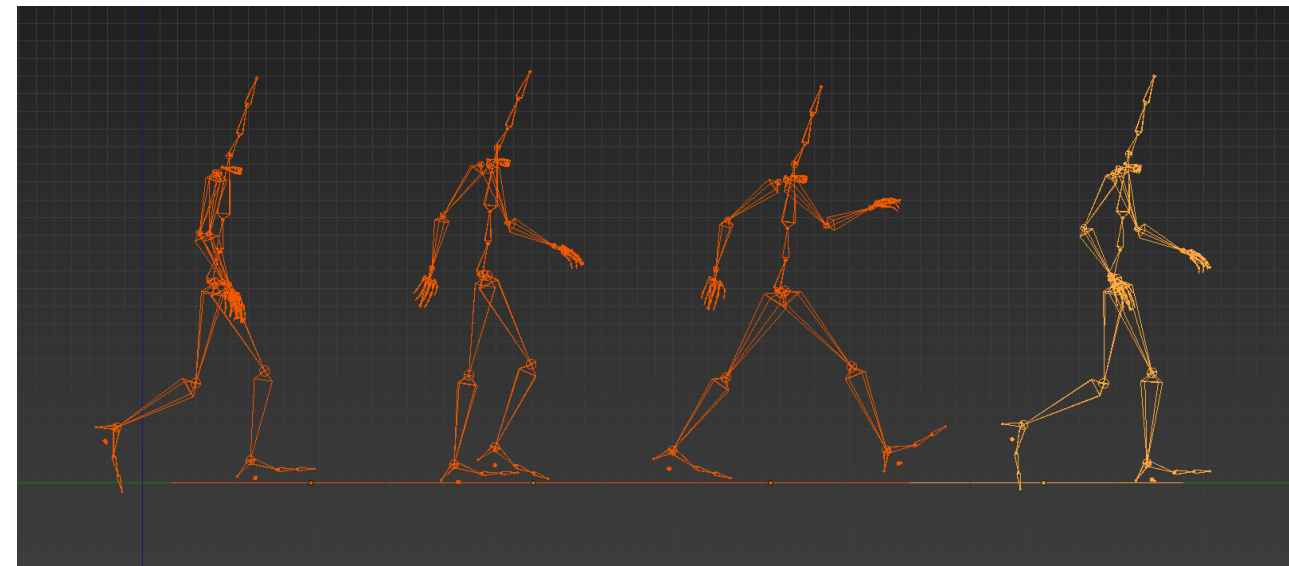
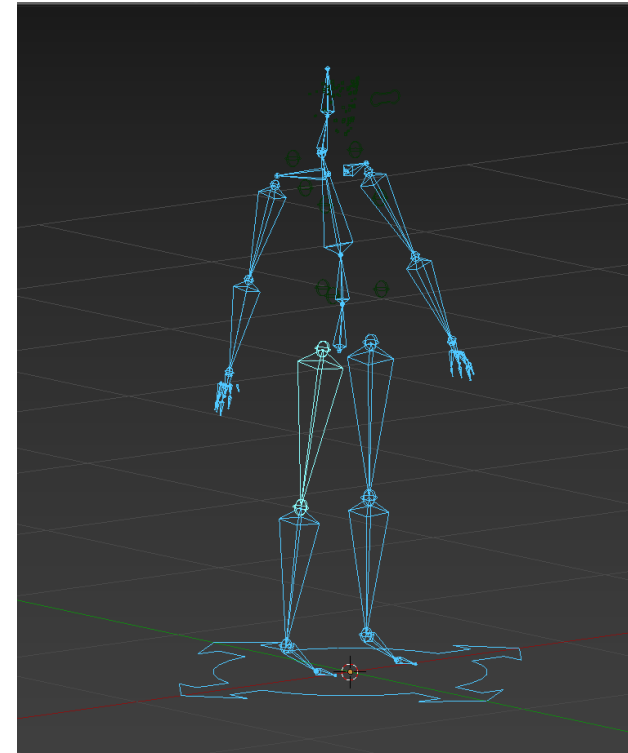
4.2.4 Rigaus

Jokainen animoitava 3D-hahmo tarvitsee luita ja niveliä (*bones/joints*), joilla sitä voidaan liikuttaa. Ihmishahmojen luut muodostavat lantiosta lähtevän hierarkian, joka päättyy raajojen päihin. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että jos hahmoa taivuttaa ylävartalosta, seuraavat kädet, jalat ja pää mukana. Rigi on ikään kuin marionettinukke, jota voidaan väännellä mihin tahansa asentoihin.^c Itse asiassa se on hyvin pitkälti jatkumoa stop-motion aikakaudella käytetyille hahmojen tukirakenteille.

On tärkeää huomata, että 3D-malli ja rigi ovat eri objekteja. Rigiä voidaan ajatella virtuaalisena luurankona, jonka tarkoitus on ohjata 3D-mallin liikettä. Erillisyydestä seuraa, että 3D-mallin jokainen piste on kiinnitettävä erikseen yhteen tai useampaan hahmorigin luuhun. Pisteet muodostavat mallin sisällä ryhmiä (*vertex group*), joka sisältää tiedon siitä, kuinka paljon luu kontrolloi mallia. Esimerkiksi hahmorigin luulle *upper_arm.L* on olemassa vastaava verteksiryhmä *upper_arm.L*, joka sisältää 3D-mallin vasemman käden olkavarren pisteet. Käden liikkeessa pisteet seuraavat mukana. Tämä työvaihe on tehtävä jokaisen hahmon jokaiselle luulle erikseen.

Hahmon luiden ei ole pakko vastata oikeiden luiden sijaintia tai määrää. Se on vain visuaalinen kontrolli 3D-ohjelman sisällä, jonka nimitys saattaa olla harhaanjohtava. Esimerkiksi selkäranka on käytännössä vain neljä erillistä luuta, käsivarsi kaksi luuta ja niin edelleen, vaikka todellisuudessa luita on enemmän.

Rigaus on 3D-mallinnuksen työvaiheista teknisin ja sen ymmärtäminen vaatii syvällistä perehtymistä aiheeseen. Usein rigaus tuottaa myös ongelmia, joita korjailaan vielä tuotannon loppuvaiheessa. Hyvän rigin tekeminen on mallinnusvaiheen näkymätöntä työtä, jonka tekeminen kunnolla on hyvän animaation ehdoton edellytys.



Ooglen hahmorigi

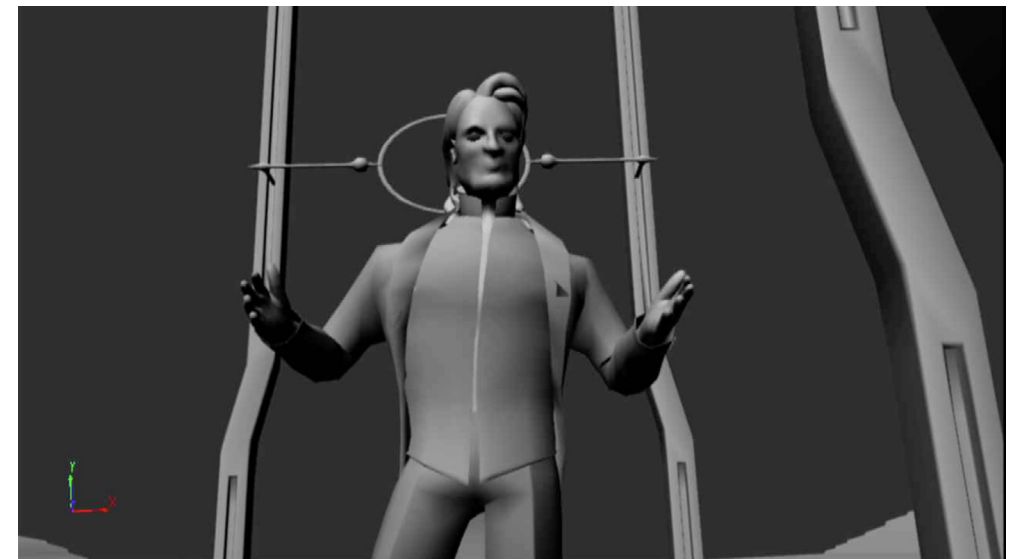
4.3 LIIKKEEN MALLINTAMINEN

Divine Consultants lyhytelokuvan motion capture -kuvaukset järjestettiin Mediakeskus Lumeen studiotiloissa 28.4.2016. Samoissa tiloissa toteutettiin alustavat testikuvaukset 15.4.2016. 3D-toteutuksen kannalta oli tärkeää päästä kokeilemaan hahmoja ja tiloja etukäteen, jotta varsinaiset kuvaukset onnistuisivat mahdollisimman sujuvasti. Aikaa kuvauksille oli varattu vain yksi työpäivä eikä ylimääräistä joustovaraa ollut, joten kuvausten oli mentävä kerralla purkkiin.

Valmistelin kaikki hahmot ja ympäristöt kuvauksia varten omakätisesti. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että mallit ja mahdolliset tekstuurit ovat oikein pakattuja. Lisäksi hahmojen hierarkian on oltava tietynlainen sekä hahmorigin luiden nimeäminen oikein ja loogisesti. Lumeen henkilökunta vastasi puolestaan siitä, että mallit saatiin toimimaan studion MotionBuilder -ohjelmassa. Kuvaustilanteessa autoin monitoroimaan näyttelijänsuorituksia yhdessä henkilökunnan kanssa.

Mitä motion capture -kuvauksissa oikein kuvataan?

Motion capture -tekniikalla nauhoitetaan virtuaalista liikedataa. Käytännössä se tarkoittaa ihmismäisten hahmojen kehonliikkeitä tai erityisen virtuaalisen käsivarakameran liikettä. Tekniikalla nauhoitetaan kuvattavan näyttelijän asento jokaisena ajanhetkenä. Lisäksi tilassa on mahdollista olla useita näyttelijöitä yhtä aikaa, jotka voivat olla vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Studion laitteistolla on mahdollista nauhoittaa näyttelijän asento enimmillään 100 kertaa sekunnissa. Se sisältää siis neljä kertaa enemmän informaatiota kuin tavallinen kuva (24 fps). Lopullinen liikedata on erittäin korkealaatuista ja se sisältää näyttelijän tekemät pienimmätkin nyanssit. Liikedata voidaan tämän jälkeen syöttää 3D-ohjelmaan, jossa se ohjaa virtuaalisen hahmon liikettä. Liikedata sisältää informaation jokaisen luun sijainnista, kääntökulmasta ja koosta (*location, rotation, scale*) jokaisena ajanhetkenä.



Hahmojen esivisualisointia reaaliajassa.

On tärkeää ymmärtää, että kuvausten jälkeen on mahdollista muuttaa kaikkia visuaalisesti näkyviä asioita. Itse asiassa jokainen hahmo, ympäristö ja esine kokivat jonkinasteisen muodonmuutoksen kuvaustilanteesta lopulliseen versioonsa nähden. Tuotanto ei myöskään ole sidottu kuvauksissa valittuihin kuvakulmiin. Samaa liikettä on mahdollista katsoa jälkikäteen mistä tahansa kuvakulmasta. Kyseessä on vain karkea tapa esivisualisoida hahmoja ja tiloja reaaliajassa.

Lumeen henkilökunnan mukaan joissain tuotannoissa hahmoja ja tiloja ei esivisualisoida lainkaan, sillä kuvauksista ollaan hakemassa vain pelkkää liikedataa. Karkeakin esivisualisointi kuitenkin helpottaa näyttelijöiden ja muun työryhmän työtä, sillä se antaa heille jonkinasteisen käsityksen siitä, mitä ollaan tekemässä. Esivisualisoinnin käyttäminen helpotti lopullista kuvasuunnittelua valtavasti. Virtuaalikameran avulla pystyttiin testaamaan kuvakulmia ja kompositioita heti kuvaustilanteessa. Niiden perusteella voitiin leikata tarinan ensimmäinen versio.

Toisaalta esivisualisoinnin laatimisessa on aina suuri ylimääräinen työ. Sen laatiminen on lopputuloksen kannalta näkymätöntä ylimääräistä työtä, joka kuitenkin suoraviivaistaa prosessia. Sen avulla materiaalia saadaan nopeammin leikkaajalle. Kyse on ennen kaikkea siitä, mikä on projektin kannalta järkevää ja tärkein prioriteetti.



Motion capture kuvaukset Lumeen studioilla

4.3.1 Motion Capture

Motion capture eli liikkeenkaappaus on tekniikka, jolla tallennetaan näyttelijöiden liikkeet kolmiulotteisessa tilassa. Se perustuu optiseen kamerajärjestelmään, joka seuraa näyttelijän liikettä monesta eri kuvakulmasta samanaikaisesti. Kameran paikantavat heijastavia seurantapisteitä, joita näyttelijän päällensä pukema kuvausasu sisältää. Tietokoneohjelma pystyy rekonstruoimaan eri informaatiolähteistä tarkan kuvauksen siitä, miten pisteet ovat sijoittuneet tilassa. Motion capture -tekniikan eräs vaatimus ja rajoite on, että kameroiden on nähtävä optiset pisteet kaikkina ajanhetkinä.⁵ Siksi tilan on oltava avoin ja vapaa eikä tilassa voi olla käytännössä juuri minkäänlaisia lavasteita. Kaiken ylimääräisen tuomista kuvausalueelle on vältettävä. Lumeen tv-studioilla käytössä oleva laitteisto sisältää 16 infrapunakameraa. Kuvausalueen koko on 10 x 10 x 3,5 metriä.⁶

Motion capture -tuotannossa on monia houkuttelevia etuja perinteiseen animaatioon nähden. Tekniikan silminnäkävä etu on, että sillä tuotetusta animaatiosta tulee automaattisesti realistisen näköistä. Se on erityisen hyödyllistä ihmishahmoille, joilta edellytetään luonnollisia kehonliikkeitä. Esimerkiksi painon tunne asennoissa on monesti huomattavasti todentuntuisemman näköinen kuin perinteisesti tuotetussa animaatiossa. Lisäksi kuvauksissa voidaan kokeilla suurta määrää erilaisia variaatioita liikkeistä ilman ylimääräisiä kuluja.

Myös osaavat animaattorit kykenevät realistisiin liikeratoihin, mutta tällöin tuotantoon on aina varattava enemmän aikaa ja rahaa. Isoissa 3D-tuotannoissa animaattoreita voi olla käytössä jopa kymmeniä tai satoja, mikä tekee animaatiosta yhden kalleimmista ja aikaa vievistä työvaiheista. Tekniikan käyttäminen voi siten tulla tuotannolle kokonaisuutena halvemmaksi, jos motion capture -kuvaukset saadaan purkkiin ongelmitta.

Motion capture asettaa tiettyjä haasteita näyttelijöiden työskentelylle. Lumeen henkilökunnan mukaan näyttelijät jaksavat tyypillisesti liikkua puvuissaan enintään noin neljän tunnin ajan. Kuvaukset on lisäksi haasteellinen tilanne näyttelijän mielikuvitukselle. Miten eläytyä maailmaan, jota ei ole olemassa ympärillä? Optisten kameroiden takia kaikkien lavasterakenteiden tulee olla mahdollisimman pelkistettyjä. Kuvaustilanteessa totesimme, että lavasteeksi tarkoitettu kevytrakenteinen rullakkokin oli liian peittävä rakenne.

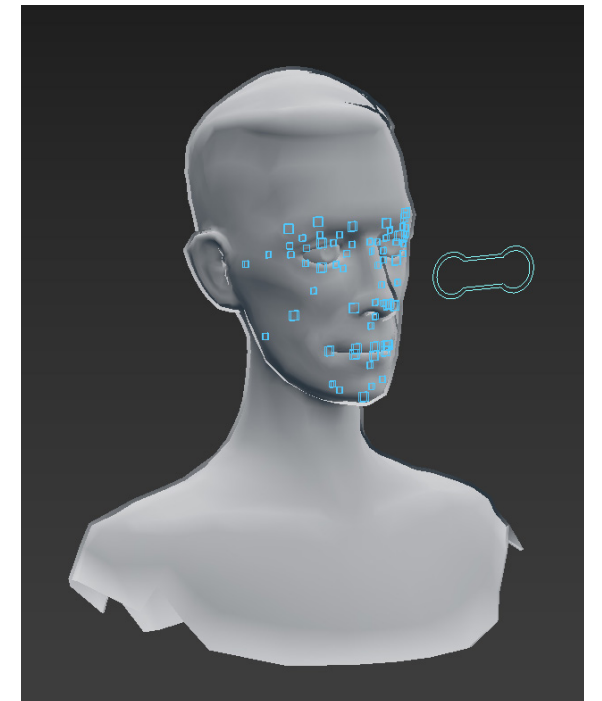
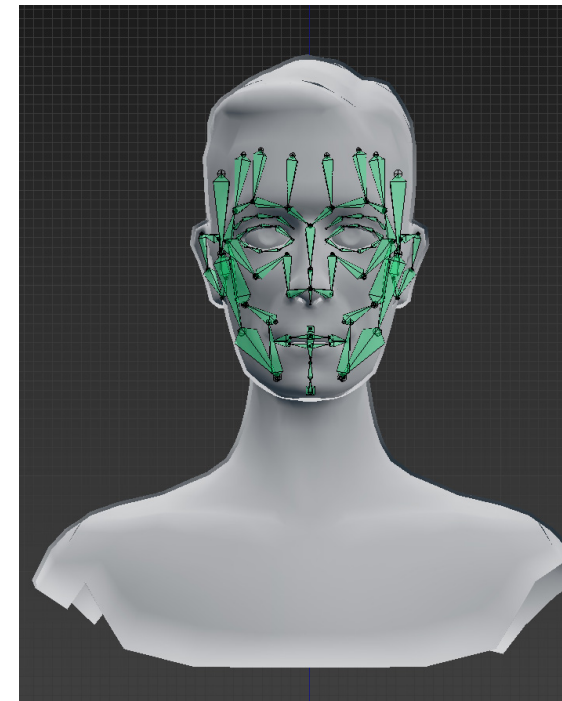
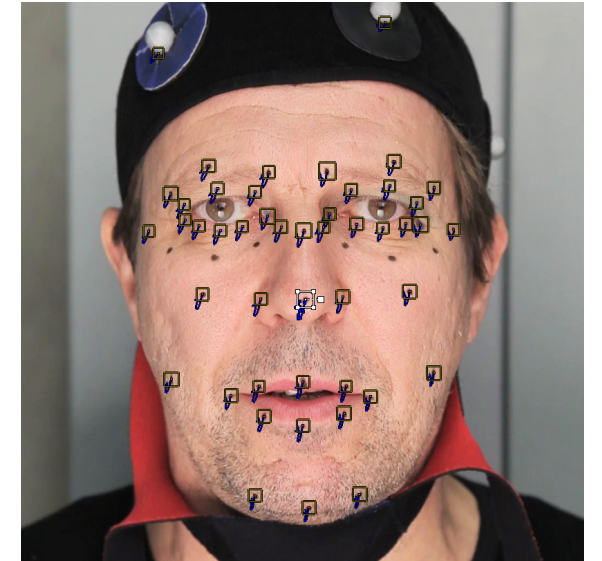
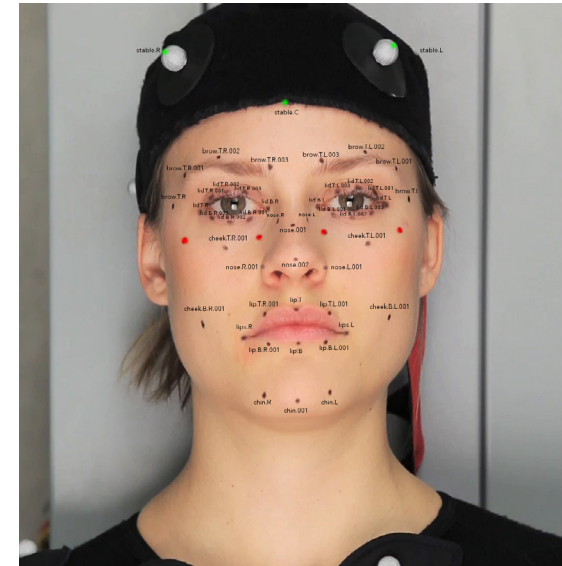
Motion capture -tekniikan suurin rajoite on kuitenkin se, että sen avulla ei pystytä tallentamaan kasvojen ilmeitä eikä sormien tai varpaiden liikettä. Tekniikka ei myöskään ole aivan yhtä automaattinen ratkaisu kuin miltä se vaikuttaa, sillä kerätty liikedata on aina 'puhdistettava' käsin. Se tarkoittaa sitä, että jonkun on käytävä koko materiaali kuva kuvalta läpi ja korjattava mahdolliset virheet käsin. Kameran saattavat esimerkiksi sekoittaa kaksi kehon pistettä keskenään. Maailmalla käytetty edistyneempi versio motion capturesta on performance capture, joka nauhoittaa koko kehonliikkeiden lisäksi myös kasvojen ilmeet. Toistaiseksi tällaisia laitteistoja ei Suomessa käytössä muualla kuin pelistudio Remedyllä.⁷

4.3.2 Re-face

Kasvoanimaatio on tyypillisesti vaikeinta toteuttaa uskottavasti eikä helppoa ja yksinkertaista ratkaisua sitä varten ole olemassa. Kaikki ratkaisut edellyttävät paljon käsityötä: kasvot voidaan joko animoida kuva kuvalta käsin tai käyttää enemmän tai vähemmän automoituja ratkaisuja. Rajoitetta voidaan yrittää kiertää taiteellisesti jättämällä dialogi kokonaan pois. Onnistunut kasvoanimaatio tuo kuitenkin erittäin paljon lisää tarinaan ja hahmojen ilmeikkyyteen.⁸

Eräs projektin tavoitteista oli ottaa kaikki hyöty irti näyttelijöiden omista persoonallisuuksista. Siksi päätimme käyttää Re-face! nimellä tunnettua Blenderin kasvoanimaatiotyökalua, joka perustuu seurantapisteisiin.⁹ Tätä varten näyttelijöiden kasvoille maalattiin pisteitä kasvojen tärkeisiin kohtiin; näitä pisteitä tarvittiin yhteensä 45. Määrä on riittävä kattamaan tärkeät alueet kasvoista, kuten suun ympäryksen ja silmät. Suurempi määrä pisteitä tallentaa enemmän ilmeiden nyansseja, mutta se on työläämpää toteuttaa. Isoissa tuotannoissa seurantapisteitä voi olla käytössä jopa yli sata.

Näyttelijöistä kuvattujen videopätkien perusteella yksittäiset pisteet voitiin paikantaa (*motion tracking*) 3D-ohjelmassa. Kasvoista saadaan joukko pisteitä, jotka kontrolloivat hahmon kasvorigiä. Kasvorigissä luut vastaavat lihaksia, jotka supistuvat ja venyvät hahmon puhuessa. Tämä prosessi helpotti kasvonilmeiden animointia huomattavasti ja sillä luotu elävä vaikutelma on yllättävänkin todentuntuinen. Parhaiten animoituina toimivat liioitellut kasvonilmeet, sillä ne näyttävät liikkeessä kaikkein luonnollisimmilta. Seurantapisteiden käyttäminen on kuitenkin varsin työläs prosessi. Noin minuutin mittaisen monologipätkän käsittelyyn meni yhdeltä ihmiseltä arviolta kolme tuntia tehokasta työaika. Koska pätkiä on useita, työ vaatii paljon kärsivällisyyttä ja keskittymistä.



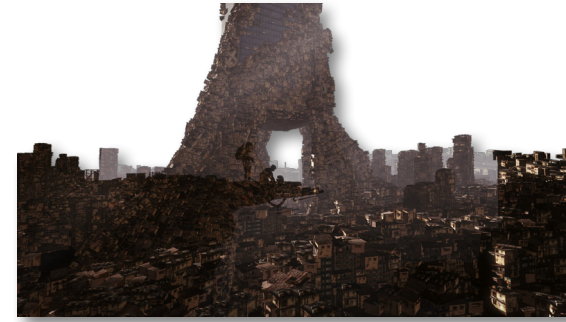
Seurantapisteet ohjaavat 3D-hahmojen kasvonilmeitä

4.4 LOPULLISEN KUVAN RAKENNE

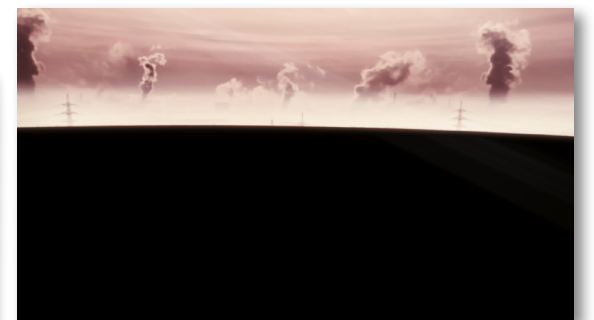
Kun kaikki mallit ovat valmiita, ne on animoitu, tuotu ympäristöönsä ja kamerakulmat on valittu, voidaan valmiit 3D-kohtaukset renderöidä kuvajonoiksi. Divine Consultants -lyhytelokuvassa on yhteensä 60 erillistä kuvaa, jotka muodostavat tarinan lopullisen jatkumon. Yhden kuvan kesto on tyypillisesti noin 3-4 sekuntia kun taas osa on jopa yli kymmenen sekuntia pitkiä. Niistä 56 kuvaa on käynyt täyden 3D-puolen käsittelyn. Kuvien määrä on lopulta yllättävän suuri; jokainen kuva on täytynyt suunnitella ja toteuttaa itsenäisesti. Oma osuuteni projektin parissa päättyy siinä vaiheessa, kun kun kaikki lopulliset kuvat on renderöity. Renderöinnin jälkeen valmiit kuvat menevät kompositoitavaksi ja värimääriteltäviksi James Post -nimiseen jälkituotantoyhtiöön.

Lopulliset kuvat on jaettu eri kuvatasoihin, jotta niitä voidaan muokata jälkikäteen. Kuvassa on tyypillisesti vähintään neljä tai viisi eri tasoa; taivas, taka-ala, keskiala, etuala ja hahmot. Tällainen erottelu antaa riittävästi liikkumavaraa tehdä tarvittavia muokkauksia. Esimerkiksi etualasta voidaan haluta tehdä tummempi kuin taustasta tai hahmoista erottuvampia. Tämän lisäksi useimpiin kuviin on tuotettu ylimääräisiä tasoja, kuten partikkeleita, valonsäteitä ja savua. Kompositointivaiheessa jokaista kuvatasoa voidaan säätää ja kuvaan voidaan lisätä efektejä, kuten ilmaperspektiivin vaikutus. Efektien lisäksi värimäärittely tuo viimeisen lisän kuviin, joka sitoo värimaailman yhtenäiseksi.

Seuraavilla aukeamilla näytän, miten tarinan hahmot ja maailma muuttuivat ensimmäisistä konsepteista lopullisiin versioihinsa nähden. Vaikutteita alkuperäisistä luonnoksista on nähtävissä, mutta jokainen niistä koki jonkinasteisen muodonmuutoksen projektin aikana.



Kuvan 009 eri tasoja



Kuvan 007 eri tasoja

OOGLE



Ooglen ulkomuoto syntyi puvustaja Heli Salomaan luonnosten pohjalta.

Asusteissa haettiin vaikutteita miesten 40-luvun pukeutumistyylistä.

Hahmossa on lisäksi vaikutteita mykkäelokuvan aikakauden suurista ikoneista, kuten Buster Keatonista ja Charlie Chaplinista.



Ooglen asusteluonnos. Heli Salomaa



Ooglen hahmoluonnos. Juha Fiilin

JOY



Joy on Ooglen vastapari ja tarinan järjen ääni. Hahmon kapinallisuus yhteiskunnan sääntöjä vastaan välittyy myös asusteista. Punertavat hiukset, ylisuuret silmälasit, armeijatakki, pääkallopaita ja lävistyksiset kertovat oleellisen hahmon asenteesta.

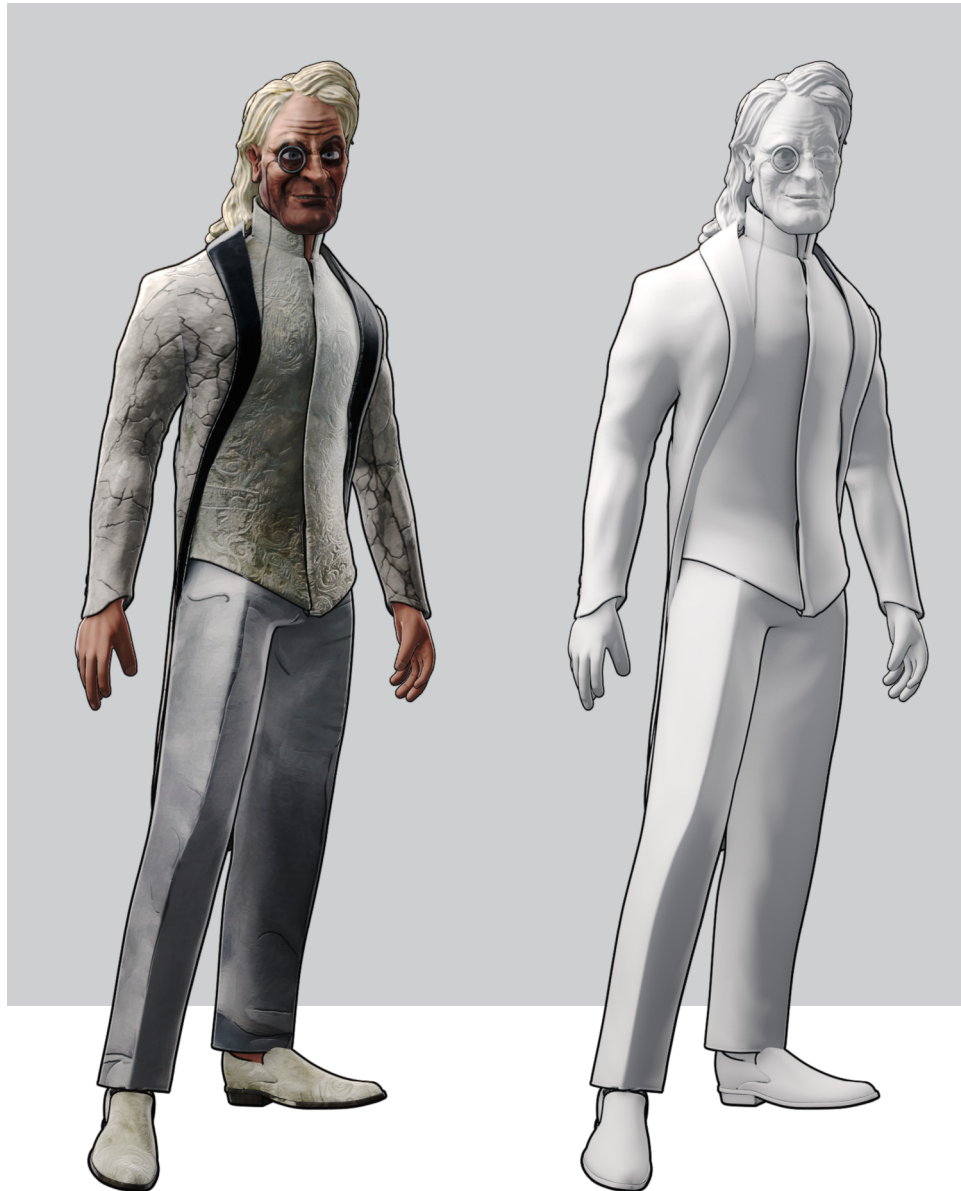


Joyn asusteluonnos. Heli Salomaa



Joyn hahmolunnos. Juha Liede

GOD



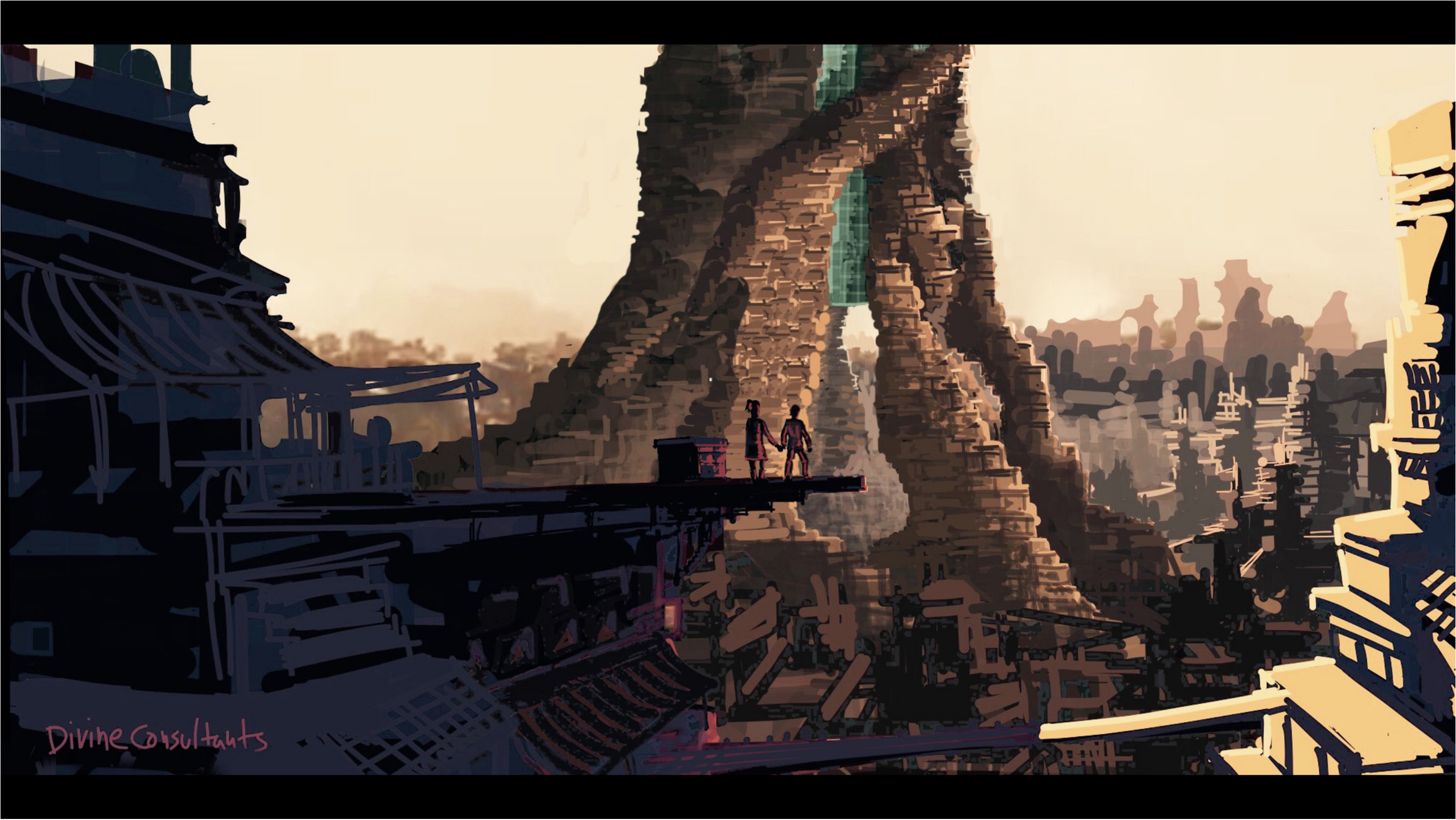
God on tarinan vastavoima ja pahis. Häntä voidaan luonnehtia suurudenhulluksi megalomaanikoksi. Asusteisiin on otettu vaikutteita miljardööreistä ja luksuselämäntyylistä. God on omanlaisensa karikatyyri Donald Trumpin imagosta.



Godin asusteluonnos. Heli Salomaa



Godin hahmolunnonos. Juha Liede



Divine Consultants



*Kaupunki ja torni. Lopullinen kuva
Ilmari Saari*

Lopuksi

Tässä opinnäytteessä olen käsitellyt digitaalista mallinnusta ja sen työvaiheita 3D-artistin näkökulmasta. Lisäksi olen käynyt läpi audiovisuaalisen tuotannon rakenteen sekä joitain sen varrella ilmeneviä luovia ja teknisiä haasteita. Dokumentoinnin perusteella on toivon mukaan syntynyt käsitys prosessin monivaiheisuudesta; jokainen työvaihe rakentuu edellisen päälle ja on osa onnistunutta lopputulosta. Olen yrittänyt sanallistaa 3D-tuotannon teknisiä työvaiheita konkretian kautta kuitenkin yksinkertaistamatta niitä liikaa. Toivon, että työ antaa totuudenmukaisen katsauksen siitä, mitä 3D:n tekeminen todellisuudessa tarkoittaa.

Itselleni opiskelijaprojekti ja opinnäytteen tekeminen on ollut hieno tilaisuus päästä näyttämään vuosien varrella kertyneitä tietoja ja taitoja. On ollut jännittävää seurata projektin etenemistä ja sitä, kuinka käsitteelliset ideat muuttuvat konkreettisiksi.

Opinnäytteeni eräs tarkoitus on ollut esitellä 3D-grafiikkaa ja sen luovia mahdollisuuksia uudelle yleisölle. Mielestäni 3D mahdollistaa kuvallisen ajattelun ja muodon käsittelyn aivan toisenlaisella tavalla kuin mihin on perinteisesti totuttu. Toivon, että tekniikoita otettaisiin entistä laajemmin käyttöön myös osana opetusta. Kyseessä on monipuolinen ja vaikuttava työväline mahdottomiltakin tuntuvien taiteellisten visioiden toteuttamiseksi.

Sanastoa

CGI (Computer-Generated Imagery): Lukuisten eri työvaiheiden myötä syntyvä digitaalisesti tuotettu kuva.

Virtual reality (suom. virtuaalitodellisuus): kolmiulotteinen virtuaalitodellisuus, jolla tarkoitetaan erityisten lasien läpi katsottavaa reaaliaikaista kuvaa. Ihminen voi kääntää päätään ja liikkua tilassa vapaasti.

Augmented reality (suom. täydennetty todellisuus): Älylaitteen avulla oikean maailman päälle liitettävä reaaliaikainen kuva. Hyödyllinen esimerkiksi tulevaisuuden käyttöliittymissä.

Polygoni: monikulmio, joka voi olla kolmio, nelikulmio tai se voi koostua useammasta nurkkapisteestä. Kaikkien digitaalisten mallien perusmuoto.

Subdivison surface (suom. jaettu pinta): Algoritmi, joka jakaa mallin jokaisen sivun kahteen yhtä suureen osaan ja pyöristää lopputulosta. Kulmikas taso muuttuu näin pehmeäksi kaksoiskaarevaksi pinnaksi.

Rendering (suom. renderöinti): 3D-alalla käytetty termi, jolla tarkoitetaan kuvien laskemista tietokoneella. Monimutkaisen tai suuren kuvan renderöinti voi kestää jopa useita tunteja.

NPR (Non-Photorealistic Rendering): Ei-fotorealistenten kuvien, jolla tarkoitetaan esimerkiksi viivakuvia tai graafisia väripintoja.

Compositing (suom. kompositointi): Eri kuvalähteiden yhdistäminen digitaalisesti yhdeksi kuvaksi. Kuva voi olla yhdistelmä live action -kuvaa ja 3D-grafiikkaa tai pelkkää 3D:tä.

Rigging (suom. rigaus): Työvaihe, jossa malli sidotaan sitä kontrolloivaan rigiin. Rigi on hierarkkinen esitys siitä, miten luut liikkuvat suhteessa toisiinsa.

Vertex group (suom. verteksiryhmä): Kuvaus siitä, miten paljon ja mitä 3D-mallin pisteitä rigin luv liikuttaa.

Tekstuuri: 3D-mallin pintakuviointi, joka on usein oma kuvatiedostonsa. Tekstuureita voi olla useita ja ne voivat sisältää pintaväriä lisäksi informaatiota esimerkiksi materiaalin huippukilloista tai pinnan kohokuvioisuudesta.

UV mapping: Kolmiulotteisen mallin levityskuva kaksiulotteiselle pinnalle.

Edge loop: Usean polygonin muodostama yhtenäinen silmukka. Silmukat seuraavat yleensä esitettävän asian anatomisia muotoja.

Wireframe (suom. verkkorakenne): 3D-mallin verkkorakenne. Käytetään myös nimitystä rautalankamalli. Tiheä malli on resoluutioltaan tarkka mutta raskas käsitellä. Yksityiskohtaiset mallit voivat sisältää useita miljoonia pisteitä.

Topology: Laadullinen käsite siitä, minkälainen mallin sisäinen konstruktio on. Topologia käsittelee sitä, miten pisteet ja viivat on liitetty toisiinsa.

Motion capture (suom. liikkeenkaappaus): Tekniikka, jolla nauhoitetaan virtuaalista liikedataa. Liike voi olla esimerkiksi näyttelijän kehonliikkeitä tai käsivarakameran liikettä. Tekniikka mahdollistaa todentuntuisen animaation kustannustehokkaasti. Käytetään esimerkiksi elokuva- ja pelituotannoissa.

Motion Tracking: Tekniikka, jolla voidaan paikantaa ja seurata yksittäisiä pisteitä kuvassa. Hyödyllinen kaikenlaisessa digitaalisessa rekonstruktiossa; lopputuloksena saadaan pistejoukko, joka voi esittää muun muassa kasvonilmeitä tai kolmiulotteista tilaa.

Performance capture: Liikkeenkaappauksen edistyneempi muoto, joka nauhoittaa kehonliikkeiden lisäksi myös näyttelijän kasvonilmeet ja sormien liikkeen.

Keyframe animation (suom. avainanimaatio): käsivara-animaatio, joka perustuu avainasentoihin. Tietokone osaa luoda automaattiset siirtymät eri poseerausten välille, jolloin syntyy sulava liikkuva kuva. Perinteinen käsivara-animaatio on aikaa vievää ja kallista toteuttaa.

Lähteet

Internet

1 Wikipedia, Computer-generated imagery

en.wikipedia.org/wiki/Computer-generated_imagery

2 Wikipedia, 3D modeling

en.wikipedia.org/wiki/Polygonal_modeling

3 Pixar, Subdivison surfaces

graphics.pixar.com/opensubdiv/docs/subdivision_surfaces.html

4 Steam, Dota 2 Workshop Character Art Guide

support.steampowered.com/kb/9334-YDXV-8590/dota-2-workshop-character-art-guide

5 Engadget, What you need to know about 3D motion capture

www.engadget.com/2014/07/14/motion-capture-explainer/

6 Aalto, Mediakeskus Lumeen Motion Capture -studio

lume.aalto.fi/fi/current/archive/view/2011-05-04/

7 IGN, The Future of Performance Capture

www.ign.com/articles/2016/04/26/quantum-breakas-shawn-ashmore-on-the-future-of-performance-capture

8 Wikipedia, Facial motion capture

en.wikipedia.org/wiki/Facial_motion_capture

9 CGCookie, Re-Face! - Facial Motion Capture Retargeting Tools

cgcookiemarkets.com/all-products/re-face-facial-motion-capture-retargeting-tools-v1-0/

Kirjallisuus

A 3D Total Publishing, Anatomy For 3D Artists, 2015

B Mullen Tony, Introducing Character Animation with Blender Second Edition, 2011

C Brinkmann Ron, The Art and Science of Digital Compositing Second Edition, 2008



Tekijä Ilmari Saari

Työn nimi Konseptista kolmiulotteiseksi – Digitaalinen hahmomallinnus ja työnkulku

Laitos Muotoilun laitos

Koulutusohjelma Muotoilu

Vastuupettaja Simo Puintila

Ohjaaja Simo Puintila

Vuosi 2016

Sivumäärä 66

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Konseptista kolmiulotteiseksi on taiteen kandidaatin opinnäytetyö, jonka erityistarkastelun kohteena on 3D-grafiikka ja digitaalinen mallinnus osana audiovisuaalista tuotantoa. Työ esittelee prosessia, jonka myötä konseptuaaliset ideat muuttuvat 3D-mallinnusten avulla eläviksi kuviksi. Mallintamisella tarkoitetaan virtuaalisten objektien luomista tietokoneella, joka muodostaa kaiken digitaalisessa maailmassa nähtävän perustan. Mallinnusten avulla voidaan tehdä esimerkiksi still-kuvia, liikkuvaa kuvaa tai reaaliaikaista grafiikkaa, joita käytetään tänä päivänä niin tuotesuunnittelussa, mainostuotannoissa kuin myös peli- ja elokuva-alalla.

Opinnäytteen sisältö on kaksiosainen. Työn alkupuolisko sisältää teoreettista taustatietoa 3D-grafiikan peruslainalaisuuksista. Se luo pohjatiedon sille, mihin kolmiulotteisesti laadittujen kuvien tekeminen perustuu. Produktiivinen osa käsittelee Aalto-yliopistossa toteutettavaa 3D-animoitua lyhytelokuvaprojektia, jossa pääsen hyödyntämään erilaisia digitaalisia mallinnustekniikoita. Projektin tarkoituksena on perehtyä tutkimuksellisella tavalla niihin tekniikoihin, joilla ison budjetin 3D-grafiikkaa on tehty maailmalla jo parin viime vuosikymmenen ajan. Projektissa hyödynnetään muun muassa motion capture -tekniikkaa, jonka avulla näyttelijöiden liikkeet voidaan siirtää virtuaalisen hahmon liikkeiksi. Motion capture -osuudet toteutettiin mediakeskus Lumeen studiotiloissa yhdessä näyttelijöiden kanssa keväällä 2016. Produktion aikana kertynyt aineisto sisältää erivaiheisia visualisointeja lopullisessa lyhytelokuvassa nähtävästä materiaalista.

Opinnäytteen tarkoitus on avata 3D-tuotantoihin liittyviä monimutkaisia työvaiheita. Pyrin omien kokemusteni kautta raottamaan alan ympärillä olevaa mystisyyden verhoa siitä, mitä tuotannon aikana oikein tapahtuu. 3D-grafiikasta ei myöskään ole kirjoitettu juurikaan suomeksi. Se on asettanut haasteita sanojen käännöstyön tekemisessä. Tiedyt alakohtaiset käsitteet eivät yksinkertaisesti taivu suomeksi, joten niiden kohdalla olen päättänyt käyttää alkuperäistä englanninkielistä termiä sulkeissa. Työn loppuun on koottu selventävää kuvailua 3D-alalle tyypillisestä sanastosta.

Käyttämäni digitaalisesti tuotettu aineisto on toteutettu Blender 3D:n avulla. Blender (www.blender.org) on monipuolinen 3D-ohjelma, joka mahdollistaa monimutkaistenkin tuotantojen vaatimukset. Sen avulla voi mallintaa, teksturoida, animoida ja renderöidä saman ohjelman sisällä. Blender on saavuttanut kymmenen viime vuoden aikana vankan jalansijan alan harastajien keskuudessa, ja nykypäivänä sitä käytetään entistä enemmän myös kaupallisissa tuotannoissa.

Avainsanat 3D-grafiikka, digitaalinen mallinnus, motion capture, projektinhallinta
